



# La Biodiversité des îles de l'océan Indien

//////// 14 ET 15 DÉCEMBRE 2011 //////////

➤ PALAIS DE LA PORTE DORÉE, PARIS

COLLOQUE DE RESTITUTION DE L'APPEL À PROJETS  
LANCÉ EN 2007 PAR L'IFB, LE CNRS ET L'AIIRD

### LA FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ (FRB)

La FRB a été créée début 2008, suite au Grenelle de l'Environnement, sous l'égide des Ministères de la recherche et de l'écologie, par 8 organismes publics de recherche, membres fondateurs de cette fondation : BRGM, Cemagref, CIRAD, CNRS, Ifremer, INRA, IRD, MNHN.

Elle reprend les actions antérieures des GIS Institut français de la biodiversité (IFB) et Bureau des ressources génétiques (BRG), auxquelles s'ajoutent une mission particulière d'interface science-société.

La FRB a ainsi pour mission de favoriser les activités de recherche sur la biodiversité en lien avec les acteurs de la société. Identifier collectivement des priorités, susciter l'innovation, développer et soutenir des projets, diffuser les connaissances et mobiliser l'expertise sont autant d'actions au cœur de son dispositif.

### Remerciements

La Fondation pour la recherche sur la biodiversité remercie tout particulièrement Michel Hignette, directeur de l'Aquarium de la Porte Dorée, d'avoir favorisé la tenue du colloque au Palais de la Porte Dorée. Elle remercie également la Cité Nationale de l'Histoire de l'Immigration pour son accueil.



**INSTITUT  
FRANÇAIS**

MADAGASCAR



AMBASSADE  
ET CONSULAT GÉNÉRAL  
DE FRANCE À MADAGASCAR

FRB 2011-11-23

ISBN : 978-2-9539194-6-2 (IMPRIMÉ)

ISBN : 978-2-9539194-7-9 (PDF)

DIRECTEUR DE PUBLICATION : X. Le Roux

COORDINATION : C-A. Gauthier, C. Adda, T. Delarboulas, M. Le Jars, F. Pelegrin

CRÉDITS PHOTOS : FRB-Claude-Anne Gauthier / CNRS-Thomas Vignaud / IRD-Bernard Moizo, Serge Andréfouet, Patrick Blanchon, Pascale Chabanet / Patrick Frouin / Matthieu Le Corre / Vincent Robert / Thierry Bourgoïn / Isabelle Bruston / Joris Bertrand

DESIGN GRAPHIQUE : A. Chevallier

IMPRIMÉ PAR : SEP sur papier 100 % recyclé

Dépôt légal décembre 2011 – Achevé d'imprimer décembre 2011

## HOMMAGE À JEAN-NOËL LABAT

Professeur au Muséum national d'histoire naturelle, vice-président du conseil scientifique de cet établissement et responsable scientifique de l'Herbier National, Jean-Noël a avant tout été un botaniste systématicien de renom. Il a beaucoup travaillé dans les îles de l'océan Indien, notamment Madagascar et les Comores. Il est décédé le 9 janvier dernier, des suites d'une longue maladie.

Il était arrivé en 1989 au MNHN en tant que maître de conférences après avoir découvert la systématique au cours des années 1980 en étudiant les chênes du Mexique. Responsable de l'équipe de botanique en 2002, nommé professeur en 2005, il a ensuite pris la charge de responsable scientifique des collections botaniques, incluant l'Herbier National, en 2008. On lui doit le démarrage de la base de données Sonnerat consacrée aux spécimens d'herbiers. Son activité de terrain s'est déroulée principalement à Madagascar mais a aussi concerné les Comores, la Nouvelle-Calédonie, et la flore tropicale en général. Il a travaillé avec de nombreux chercheurs français et étrangers, a décrit près d'une centaine de nouvelles espèces et de nouveaux genres et a participé au grand ouvrage sur les « Leguminosae of Madagascar ». Il a, grâce à ses activités de terrain et son implication dans les collections, redynamisé les relations entre systématiciens, spécialistes de l'écologie et de la conservation de la biodiversité.





# SOMMAIRE

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1) Le mot du directeur de la FRB   | 06 |
| 2) L'appel à projets lancé en 2007 | 08 |
| 3) Les partenaires                 | 10 |

## 4) PROGRAMME DU MERCREDI 14 DÉCEMBRE

|               |  |  |
|---------------|--|--|
| 8h30 – 9h30   | Accueil des participants   |  |
| 9h30 – 10h00  | Ouverture officielle, Patrick Duncan (FRB), Bruno David (CNRS), Jean-Jacques Baraer (AIRD) |  |
| 10h00 – 10h10 | Hommage à Jean-Noël Labat, Germinal Rouhan (MNHN)  |  |
| 10h10 – 10h40 | Introduction scientifique, Patrick Mavingui (CNRS)   |  |

### SESSION 1 : ANALYSE DE LA BIODIVERSITÉ

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| 10h40 – 11h00 | Changement global et diversité de la macrofaune du sol à Madagascar : inventaire et conséquences fonctionnelles.<br>Eric Blanchart (IRD) et Malalatiara Razafindrakoto (Université de Tananarive) | 12 |
| 11h00 – 11h20 | Herbiers des îles de l'ouest de l'océan Indien : espaces-ressource de biodiversité.<br>Annie Bourmaud (Université de La Réunion) et Djamel Mahafina (IHSM)  | 14 |
| 11h20 – 11h25 | Présentation du portail Internet « Agriculture et biodiversité dans l'océan Indien »,<br>Sophia Della Mussia (CIRAD)  |    |
| 11h25 – 11h50 | Pause   |    |
| 11h50 – 12h10 | Connaître pour conserver : le patrimoine naturel caché des Comores.<br>Benoît Fontaine (MNHN) et Ibrahim Yahaya (CNDRS)   | 17 |
| 12h10 – 12h30 | Biodiversité des milieux pélagiques marins de l'océan Indien.<br>Frédéric Ménard (IRD)  | 19 |
| 12h30 – 12h50 | Différenciation phénotypique et spéciation chez le Zostéroïdes des Mascareignes.<br>Christophe Thébaud (Université Paul Sabatier)   | 22 |
| 12h50 – 13h00 | Clôture de la session, Vololoniaina Jeannoda (Université de Tananarive)   |    |
| 13h00 – 14h15 | Déjeuner  |    |

### SESSION 2 : FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| 14h15 – 14h35 | Biodiversité des organismes amphihalins des systèmes insulaires du sud ouest de l'océan Indien : structure, fonctionnement et outils d'aide à la gestion durable.<br>Eric Feunteun (MNHN) et Tony Robinet (MNHN)                                     | 26 |
| 14h35 – 14h55 | Identification et analyse des principes de fonctionnement du littoral est et grand-sud malgache : vers une gestion intégrée.<br>Philippe Karpe (CIRAD) et Mino Randrianarison (Université de Tananarive)   | 28 |
| 14h55 – 15h15 | Analyse spatiale des milieux et de la biodiversité pour une gestion durable de l'environnement régional : régions d'Alaotra-Mangaro (Madagascar) et de l'île de Mohéli (Comores).<br>Bernard Riera (MNHN) et Roger Edmond (Université de Tananarive) | 30 |
| 15h15 – 15h35 | Gradients latitudinaux et altitudinaux des communautés de bryophytes de l'ouest de l'océan Indien.<br>Claudine Ah Peng (Université de La Réunion)  | 32 |
| 15h35 – 15h45 | Clôture de la session  |    |
| 15h45 – 16h10 | Pause  |    |
| 16h10 – 17h20 | Table ronde : Les aires marines protégées<br>Animateur : Philippe Gros (IFREMER)   |    |
| 17h20 – 17h30 | Coralie Noël (Ministère de l'Outre-Mer)  |    |
| 17h30 – 19h00 | Cocktail et visite de l'exposition « Océan Indien : les îles de l'Outre-Mer »  |    |

## 5) PROGRAMME DU JEUDI 15 DÉCEMBRE

### SESSION 3 : CONSERVATION ET GESTION DURABLE DE LA BIODIVERSITÉ

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| 9h00 – 9h20   | Biodiversité, ressources et conservation des récifs coralliens de la République des Maldives.<br>Philippe Borsa (IRD)  | 35 |
| 9h20 – 9h40   | Conservation, phylogéographie et génétique de lémuriers dans des habitats fragmentés de Madagascar et de l'archipel des Comores.<br>Lounès Chikhi (CNRS) et Clément Rabarivola (Université Mahajanga)  | 36 |
| 9h40 – 10h00  | Pour une gestion durable des baobabs et des écosystèmes à baobabs des îles de l'océan Indien : approche de la diversité biologique, des usages et des représentations des espèces du genre <i>Adansonia</i> à Madagascar, aux Comores et à Mayotte.<br>Pascal Danthu (CIRAD) | 39 |
| 10h00 – 10h30 | Pause  |    |
| 10h30 – 10h50 | Conservation et services écosystémiques des oiseaux marins de l'océan Indien occidental tropical.<br>Matthieu Le Corre (Université de La Réunion) et Etienne Bemanaja (CNRO)   | 42 |
| 10h50 – 11h00 | Clôture de la session  |    |
| 11h00 – 12h30 | Table ronde : L'insularité<br>Animateur : Cédric Marteau (TAAF)  |    |
| 12h30 – 14h00 | Déjeuner   |    |

### SESSION 4 : ÉCOLOGIE DE LA SANTÉ HUMAINE, ANIMALE ET VÉGÉTALE

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| 14h00 – 14h20 | Lutte biologique intégrée contre <i>Striga asiatica</i> à Madagascar par la valorisation de la biodiversité microbienne et de la diversité végétale en semis direct sur couverture végétale permanente. Robin Duponnois (IRD) et Heriniaina Ramanankierana (CNRE) | 46 |
| 14h20 – 14h40 | Dynamique micro-évolutive du virus de la panachure jaune du riz à Madagascar.<br>Denis Fargette (IRD) et Mbolarinosy Rakotomalala (FOFIFA)  | 48 |
| 14h40 – 15h00 | Environnement et risques d'émergence et réémergence d'arboviroses à Madagascar : dynamique des interactions entre virus, communautés microbiennes, vecteurs et réservoirs.<br>Patrick Mavingui (CNRS) et Lala Ravaomanarivo (Université de Tananarive)            | 50 |
| 15h00 – 15h30 | Pause   |    |
| 15h30 – 15h50 | Insectes vecteurs (phlébotomes et moustiques) dans les îles de l'océan Indien : Madagascar, Seychelles et Comores.<br>Vincent Robert (IRD)  | 52 |
| 15h50 – 16h00 | Clôture de la session   |    |
| 16h00 – 16h20 | Présentation des résultats de l'étude « Pertinence et faisabilité de dispositifs d'accès et de partage des avantages en outre-mer sur les ressources génétiques et les connaissances traditionnelles associées ».<br>Sarah Aubertie (FRB)                         |    |
| 16h20 – 16h30 | Projection du film « Ressource génétiques et connaissances traditionnelles dans les outre-mer » (MEDDTL)  |    |
| 16h30 – 17h30 | Table ronde : L'accès aux ressources naturelles<br>Animatrice : Isabelle Doussan (INRA)   |    |
| 17h30 – 17h45 | Clôture du colloque   |    |

### 6) Résumés des posters présentés lors du colloque

54

#### COMITÉ DE PILOTAGE DU COLLOQUE

René Bally (CNRS), Jean-Jacques Baraer (AIRD), Bernard Bodo (MNHN), Thierry Bourgouin (CNRS-INEE) Bruno David (CNRS), Claude-Anne Gauthier (FRB), Vololoniaina Jeannoda (Université de Tananarive), Xavier Le Roux (FRB), Guy Suzon Ramangason (Madagascar National Parks)

#### COMITÉ D'ORGANISATION DU COLLOQUE

Cécile Adda, Sarah Aubertie, Chantal Cosquer, Thomas Delarboulas, Marine Le Jars, Claude-Anne Gauthier, Frédérique Marie, Flora Pelegrin (FRB)

# LE MOT DU DIRECTEUR DE LA FRB

**L**a vaste région de l'océan Indien compte parmi les 34 points chauds mondiaux de biodiversité, des zones où se concentre une biodiversité exceptionnelle. Cette richesse, dont dépendent fortement les populations locales est menacée par des facteurs d'origine anthropique. La France a une responsabilité particulière pour la biodiversité de cette région de l'océan Indien, du fait de ses territoires d'outre-mer et de leur vaste espace maritime, mais aussi à travers sa coopération historique avec Madagascar.

Le fort endémisme des îles, la biodiversité marine qui les entoure, mais aussi les questions liées aux impacts des activités humaines et du changement climatique font de l'océan Indien un enjeu de taille pour la recherche sur la biodiversité. Une large part de cette biodiversité reste méconnue, limitant les efforts mis en œuvre pour sa conservation, sa gestion et son utilisation durable.

C'est pour répondre à ces enjeux que l'IFB, le CNRS et l'AIIRD ont lancé ensemble en 2007 un appel à projets de recherche sur la biodiversité des îles de l'océan Indien, qui a permis de financer 17 projets avec pour terrains d'étude Madagascar, La Réunion, mais aussi les Comores, Mayotte, les Maldives, les Seychelles, etc. J'ai d'ailleurs eu la chance de participer à l'époque à l'aventure, en tant que membre du comité scientifique de cet appel à projets !

A sa création début 2008, la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, assurant la continuité des missions de l'IFB et du BRG, a naturellement repris la gestion et le suivi de ce beau programme. La FRB a notamment à cœur de valoriser et diffuser les résultats des projets financés, qui touchent à leur fin en 2011. La FRB réalise en cela l'une de ses missions fondamentales, à l'interface science-société : le transfert de résultats de la recherche vers les porteurs d'enjeux, utilisateurs potentiels de connaissances. Ce colloque n'a pas seulement pour objet de présenter ces résultats, mais également de les replacer dans un contexte plus large, de

favoriser leur transférabilité à d'autres contextes et d'autres régions, et de les mettre en regard de nouvelles questions et de nouveaux enjeux.

En cette année des outre-mer, l'exposition « Océan Indien, les îles de l'outre-mer » organisée à l'Aquarium tropical de la Porte Dorée à Paris m'a semblé offrir un contexte idéal pour mettre en valeur un tel événement, qui se trouve à la croisée de questions régionales, d'enjeux de développement et de problématiques spécifiques aux territoires d'outre-mer. Les tables rondes proposées au cours de ce colloque ont vocation à permettre un dialogue entre scientifiques et porteurs d'enjeux.

La recherche sur la biodiversité dans l'outre-mer français représente une force et une originalité de notre communauté nationale, avec environ 20 % des acteurs de la recherche français qui travaillent au moins en partie dans les DOM-COM, un quart de ceux-ci y étant localisés (rapport FRB « La base de données nationale des acteurs, structures et projets de recherche sur la biodiversité », 2011). La recherche sur la biodiversité dans l'outre-mer est un enjeu tout particulier pour la FRB, qui est attentive à la représentation de l'outre-mer dans l'ensemble de ses actions : programmes phares FRB 'CESAB' et 'Scénarios de la biodiversité', études et synthèses comme celle sur l'accès et le partage des avantages en outre-mer (APA), représentation des enjeux au sein du COS, outils FRB de transfert de connaissances tels que 'Les Clés pour comprendre'. Toutes ces activités prennent bien en compte la spécificité des enjeux de l'outre-mer et soutiennent la recherche sur la biodiversité en outre-mer. Pour aller plus loin, la FRB élabore actuellement une stratégie spécifique pour promouvoir en tant que telle la recherche sur la biodiversité en outre-mer.

Je souhaite que ce colloque, pour lequel toute l'équipe FRB s'est fortement mobilisée, soit riche d'enseignements pour la connaissance, la gestion et la conservation de la biodiversité, et riche aussi de nouvelles questions et de nouveaux dialogues, propres à ouvrir des perspectives d'avenir.

**Xavier Le Roux**  
Directeur de la FRB









# L'APPEL À PROJETS « BIODIVERSITÉ DES ÎLES DE L'OCÉAN INDIEN »

## LES ENJEUX ET LE CHAMP DE L'APPEL

Madagascar et les îles de l'océan Indien forment l'un des plus importants et des plus intéressants « hauts lieux » mondiaux de la biodiversité. L'isolement de ces îles, qui date d'environ 160 millions d'années, a entraîné, dans les écosystèmes insulaires comme marins, le développement d'une faune et d'une flore, présentes nulle part ailleurs. Dans certains groupes taxinomiques, on observe jusqu'à 90 % d'endémisme !

Cette richesse, dont dépendent de nombreuses populations locales, représente un atout majeur pour le développement des pays de la région. Cependant ces îles présentent un environnement particulièrement exposé et vulnérable aux changements climatiques, aux risques naturels et aux pressions liées aux activités humaines. Certains changements d'origine anthropique, comme l'introduction d'espèces envahissantes, ou encore la conversion des terres sous l'effet de la croissance démographique, y ont un impact particulièrement fort sur la biodiversité.

La France est directement concernée par ces problématiques puisqu'elle compte plusieurs territoires dans l'océan Indien (La Réunion, Mayotte et les Îles Eparses), dans lesquels un effort de recherche important est déployé, notamment dans le domaine de la biodiversité. Pour mieux connaître et comprendre cette biodiversité, il est essentiel que les chercheurs français qui travaillent dans cette zone joignent leurs forces avec leurs collègues des autres pays de la région, notamment Madagascar, à travers des échanges et des collaborations sur des problématiques et objets de recherche communs. Cependant l'isolement géographique et le déficit de ressources dans ces pays rendent difficiles le partage de savoirs et de savoir-faire.

Pour répondre à ces enjeux, le CNRS a mis en place en 2007 le Groupement de recherche international (GDRI) « Biodiversité et développement à Madagascar », destiné à renforcer la collaboration entre les chercheurs français et malgaches sur la biodiversité. En complément de cette initiative, l'IFB, le CNRS et l'AIRD ont conjointement lancé en 2007 un appel à projets

de recherche encourageant les chercheurs de laboratoires français à s'associer à des chercheurs locaux pour travailler sur la biodiversité des îles de l'océan Indien.

Cet appel concernait les îles de l'ouest de l'océan Indien suivantes : Madagascar, les Comores, l'île Maurice, les Seychelles, les Maldives, Mayotte, La Réunion, les Îles Eparses et les îles avoisinantes. Il concernait tous les niveaux de biodiversité et tous les écosystèmes, marins, côtiers, de montagne, de plaine, de mangrove, semi-arides ou humides. Enfin toutes les disciplines, aussi bien dans le champ des sciences biologiques que des sciences humaines et sociales, étaient invitées à participer et apporter leurs compétences.

L'appel à projets a repris les quatre axes de recherches prioritaires identifiés dans le cadre du GDRI comme des besoins en connaissances importants :

- ▶ Axe 1 : analyse de la biodiversité
- ▶ Axe 2 : fonctionnement des écosystèmes et les services écosystémiques
- ▶ Axe 3 : conservation et gestion durable de la biodiversité
- ▶ Axe 4 : écologie de la santé, humaine, animale et végétale

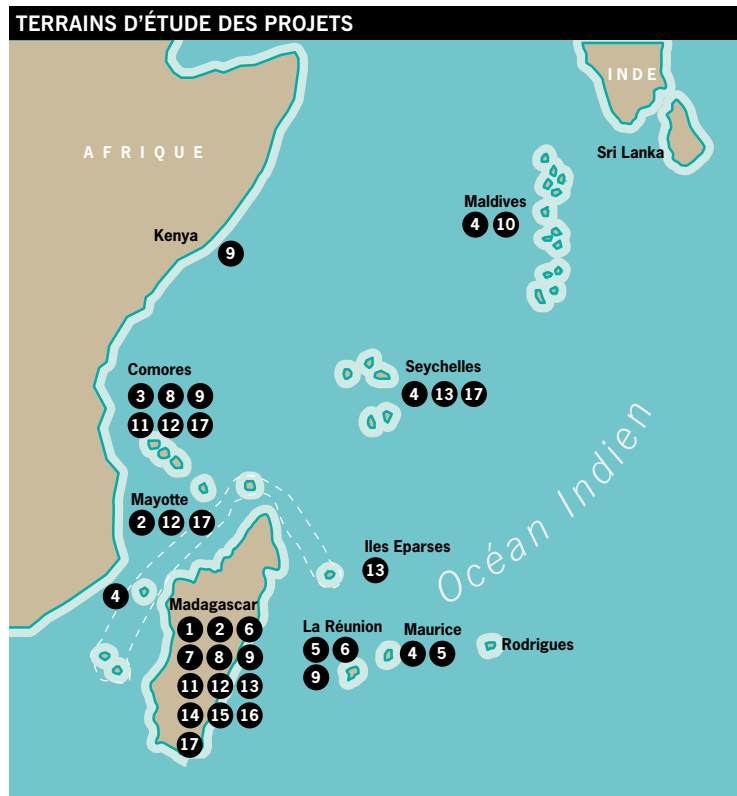
Les projets devaient être l'objet de collaborations renforcées entre équipes de recherche françaises et équipes locales, et étaient particulièrement encouragés à se préoccuper de leurs retombées concrètes sur le développement des pays concernés.

## LES PROJETS FINANCÉS

Suite à une évaluation par des pairs, 17 projets de recherche ont été financés. Ils ont démarré au début de l'année 2008. Les recherches menées (voir la carte ci-contre), ont porté sur des problématiques très variées : caractérisation de la macrofaune du sol, services écosystémiques rendus par les oiseaux marins, conservation des récifs coralliens, gestion durable des écosystèmes à baobabs, lutte biologique contre des parasites de plantes cultivées, inventaire de phlébotomes vecteurs de maladies humaines et animales, ... La majeure partie de la biodiversité de la zone était donc concernée, et une large gamme d'enjeux et de pressions était prise en compte. Cela laisse espérer que ces recherches puissent amener des éclairages pour une gestion et une protection intégrées des milieux.

Depuis sa création en 2008, la FRB (héritière des actions de l'IFB) a repris le suivi de ces projets, dont beaucoup arrivent à leur terme en cette fin d'année 2011, ayant été prolongés en raison de difficultés liées aux événements politiques survenus à Madagascar en 2009.

Vous trouverez dans les prochaines pages de ce livret les résumés des résultats que ces projets ont produits au cours des quatre dernières années. Les projets sont présentés en 4 sessions, qui correspondent aux 4 axes de recherche de l'appel à projets.



- 1 Changement global et diversité de la macrofaune du sol à Madagascar : inventaire et conséquences fonctionnelles.
- 2 Herbiers des îles de l'ouest de l'océan Indien : espaces-ressource de biodiversité
- 3 Connaître pour conserver : le patrimoine naturel caché des Comores.
- 4 Biodiversité des milieux pélagiques marins de l'océan Indien.
- 5 Différenciation phénotypique et spéciation chez le *Zostérops* des Mascareignes.
- 6 Biodiversité des organismes amphihalins des systèmes insulaires du sud-ouest de l'océan Indien : structure, fonctionnement et outils d'aide à la gestion durable.
- 7 Identification et analyse des principes de fonctionnement du littoral est et grand-sud malgache : vers une gestion intégrée.
- 8 Analyse spatiale des milieux et de la biodiversité pour une gestion durable de l'environnement régional : régions d'Alaotra-Mangaro (Madagascar) et de l'île de Mohéli (Comores).
- 9 Gradients latitudinaux et altitudinaux des communautés de bryophytes de l'ouest de l'océan Indien.
- 10 Biodiversité, ressources et conservation des récifs coralliens de la République des Maldives.
- 11 Conservation, phylogéographie et génétique de lémurien dans des habitats fragmentés de Madagascar et de l'archipel des Comores.
- 12 Pour une gestion durable des baobabs et des écosystèmes à baobabs des îles de l'océan Indien : approche de la diversité biologique, des usages et des représentations des espèces du genre *Adansonia* à Madagascar, aux Comores et à Mayotte.
- 13 Conservation et Services écosystémiques des Oiseaux Marins de l'océan Indien Occidental tropical.
- 14 Lutte biologique intégrée contre *Striga asiatica* à Madagascar par la valorisation de la biodiversité microbienne et de la diversité végétale en semis direct sur couverture végétale permanente.
- 15 Dynamique micro-évolutive du virus de la panachure jaune à Madagascar.
- 16 Environnement et risques d'émergence et réémergence d'arboviroses à Madagascar : dynamique des interactions entre virus, communautés microbiennes, vecteurs et réservoirs.
- 17 Insectes vecteurs (phlébotomes et moustiques) dans les îles de l'océan Indien : Madagascar, Seychelles et Comores.

# LES PARTENAIRES



L'institut **écologie et environnement (INEE)** du **CNRS** est particulièrement impliqué dans les *hot spots* de biodiversité. Ceci est vrai tant en domaine continental (e.g. forêt tropicale en Guyane) qu'en domaine marin (recherches sur les récifs de coraux conduites ou animées par le CRIOBE à Tahiti).

Cette implication se traduit par un engagement fort dans l'océan Indien. Les opérations principales soutenues par l'INEE dans cette région concernent les îles Eparses et Madagascar, deux lignes d'action qui s'inscrivent en complément de l'appel à projets, également soutenu par l'INEE, sur la biodiversité des îles de l'océan Indien, et objet du présent colloque.

## ÎLES EPARSEES

Localisées dans la partie sud-ouest de l'océan Indien, les îles Éparses malgré leurs dimensions très modestes (environ 40 km<sup>2</sup> de terres émergées au total) sont au cœur d'enjeux multiples en termes de relations avec les pays les plus proches, d'économie (ZEE de 640 000 km<sup>2</sup>), de patrimoine historique, mais également de protection (réserves naturelles terrestres et parcs naturels marins).

Au plan scientifique, ces îles sont de véritables sentinelles tant du point de vue environnemental et climatique que biologique, géologique, océanographique, atmosphérique ou encore anthropologique. Faiblement anthropisées, voire exemptes de présence humaine, elles offrent une palette rare et précieuse de

sujets d'études pluridisciplinaires. Ces atouts ont motivé la mise en place d'un programme inter-organismes (AAMP, FRB, INEE, INSU, IRD, MNHN, Ifremer) coordonné par l'INEE et bénéficiant du soutien logistique des TAAF. Ce programme accompagne 19 projets pour la période 2011-2013.

Les problématiques abordées par ces projets sont multiples et complémentaires : inventaire, origine et rôle de la biodiversité terrestre et marine, sa protection en regard des menaces subies; reconstitution des environnements climatiques passés et observation des changements actuels; compréhension et surveillance des phénomènes géodynamiques.

## MADAGASCAR

La «Grande Île» est un haut lieu de biodiversité et d'endémisme dans l'océan Indien. Le groupement de recherche international (GDRI) « Biodiversité et Développement Durable à Madagascar » a été créé en 2007 par le CNRS (INEE), en partenariat avec le MNHN, l'IRD et le CIRAD, et différents organismes du Ministère de l'Enseignement Supérieur Malgache. Il vise à renforcer les liens entre les chercheurs malgaches et français dans les domaines de la biodiversité et du développement durable. En effet, la biodiversité malgache est un modèle d'étude remarquable tant pour son histoire évolutive, son écologie, que pour son usage, la valorisation des ressources qu'elle renferme, sa gestion ou sa conservation.



L'agence **inter établissements de la recherche pour le développement (AIRD)** a été créée en 2006 pour intensifier et coordonner la politique française d'aide, par la recherche, au développement des pays du Sud. Sa mission est d'amplifier l'effort de recherche national pour le développement en :

- 】 fédérant et mobilisant les équipes de l'ensemble des acteurs de la recherche française : universités (CPU), Cirad, CNRS, Inserm, Institut Pasteur, IRD
- 】 mutualisant des financements de diverses origines, française, européenne ou internationale.

La programmation de l'agence repose sur des appels d'offres ouverts à la communauté scientifique du Nord et du Sud, relevant des axes prioritaires décidés par le conseil d'orientation, parmi les grands thèmes d'intérêt de la recherche pour le développement. Ses principales thématiques d'intérêt sont :

- 】 Gouvernance et politique publique
- 】 Santé

- 】 Sécurité alimentaire et nutritionnelle, productions agricoles et aquacoles
- 】 Impact du changement climatique et adaptation des sociétés : population et développement durable ; durabilité des écosystèmes, biodiversité et anthropisation ; gestion des ressources naturelles
- 】 Énergies pour le Sud : énergies nouvelles et traditionnelles

Le renforcement et la pérennisation des communautés scientifiques des pays du Sud à même de produire les connaissances nécessaires à leur développement est une priorité. L'agence entend mener conjointement des activités scientifiques et des formations associées qui intègrent :

- 】 la formation à et par la recherche
- 】 le soutien d'équipes de recherche du Sud
- 】 la conduite de programmes régionaux de recherche
- 】 l'encadrement scientifique autour de plateformes technologiques régionales





MERCREDI 14 DÉCEMBRE

**SESSION 1**  
**ANALYSE  
DE LA BIODIVERSITÉ**





## CHANGEMENT GLOBAL ET DIVERSITÉ DE LA MACROFAUNE DU SOL À MADAGASCAR : INVENTAIRE ET CONSÉQUENCES FONCTIONNELLES (FAUNE-M).

PROJET COORDONNÉ PAR ERIC BLANCHART<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR ERIC BLANCHART<sup>1</sup>  
ET MALALATIANA RAZAFINDRAKOTO<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> IRD, UMR ECO&SOLS, MONTPELLIER

<sup>2</sup> UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO, DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE, MADAGASCAR

Située dans l'océan Indien, au sud-est du continent africain, Madagascar, avec les îles voisines, constitue l'un des 34 hot-spots de biodiversité de la planète. Surnommée « un monde à part », ou « le 7<sup>e</sup> continent », Madagascar se caractérise par l'unicité et la rareté de la plupart de ses animaux et plantes. Après l'éclatement du Gondwana il y a environ 160 millions d'années, Madagascar s'est retrouvée isolée de tout continent mais aussi de toute activité humaine (la présence humaine date au plus de 2000 ans). Les organismes et les écosystèmes y ont évolué de façon tout à fait unique dans des conditions climatiques très variées, ce qui a abouti à un endémisme très élevé. L'endémisme atteint 80 % pour la faune (60 % pour les Oiseaux, 90 % pour les Mammifères, 96 % pour les Reptiles) et 90 % pour la flore (13000 espèces de plantes, 160 familles et 310 genres endémiques). Plusieurs familles de plantes, d'oiseaux, de primates ou d'insectes – pour ne citer que ces quelques groupes – ne se rencontrent nulle part ailleurs sur la planète.

Si l'endémisme des vertébrés et des plantes a été dans l'ensemble bien étudié à Madagascar, notre connaissance du monde des invertébrés et notamment des habitants du sol est très limitée. On peut faire l'hypothèse que la diversité taxonomique de ces groupes d'organismes est particulièrement grande à Madagascar, et également caractérisée par un endémisme élevé.

L'objectif de ce projet était d'apporter des connaissances concernant la diversité de certains groupes d'invertébrés particulièrement importants pour le fonctionnement du sol : les vers de terre, les termites et les larves de Coléoptères Scarabeidae. Ces organismes sont les principaux représentants d'un groupe d'organismes appelés les « ingénieurs du sol ». Ces invertébrés jouent un rôle clé dans le fonctionnement des sols et des écosystèmes. Ils participent à la décomposition de la litière en la fragmentant et l'incorporant au sol, ils construisent et maintiennent la structure des sols en creusant des galeries et en modifiant l'agrégation, ils contrôlent la diversité et les activités microbiennes responsables du recyclage des nutriments, ils protègent les plantes contre les maladies et les pathogènes. Ainsi, les conséquences des activités des ingénieurs du sol sur les biens et services écosystémiques sont importantes : ils contribuent aux services de support (production primaire, formation et rétention des sols, recyclage des nutriments) et aux services de régulation (régulation du climat, contrôle de l'érosion, purification de l'eau, etc.). Enfin, ils peuvent représenter des ressources génétiques, biochimiques, pharmaceutiques ou alimentaires non négligeables.

Le manque de connaissances sur ces organismes est particulièrement flagrant pour les vers de terre, organismes pourtant reconnus comme particulièrement importants pour le fonctionnement des sols dans les agro- et écosystèmes. Avant notre projet, la faune des vers de terre de Madagascar était pratiquement inconnue. Il n'y avait pas eu de recherche systématique des vers de terre et la connaissance provenait de collectes occasionnelles. Le dernier rapport sur un ver de terre de Madagascar avait été publié par Michaelsen en 1931 ! Depuis, aucune donnée n'avait été produite.

Le projet Faune-M, mis en place dans le cadre du programme « Biodiversité dans les îles de l'océan Indien » avait pour objectif d'améliorer notre connaissance de la diversité taxonomique des trois groupes que sont les vers de terre (Annélides, Oligochètes), les termites (Insectes, Isoptères) et les larves de Coléoptères (de la famille des Scarabeidae, appelés communément des « vers blancs »). Des inventaires ont été réalisés dans différentes zones pédoclimatiques de Madagascar avec comme objectif d'appréhender la diversité de ces organismes sous la plupart des climats (depuis les zones tropicales humides de la côte Est jusqu'aux zones les plus arides de la région de Tuléar, en passant par les Hauts-Plateaux) et pour les principaux types de sol (sols ferrallitiques et sols ferrugineux). Les organismes ont été inventoriés, au moment de leur pic d'activité maximale, en milieu de saison des pluies, dans

10 régions de Madagascar : Alaotra-Mangoro, Analamanga, Analanjirifo, Boeny, Menabe, Sofia, Sava, Diana, Vakinankaratra, Vatovavy-Fitovinany. Dans chacune de ces régions, les échantillonnages ont été réalisés dans divers sites et divers types d'écosystèmes, depuis les écosystèmes naturels jusqu'aux systèmes les plus anthropisés. Les coordonnées géographiques de chaque site ont été relevées, la végétation et le type de sol ont été décrits. Ces inventaires ont permis la récolte de nombreux spécimens qui ont été pour la plupart identifiés.

Les espèces de Coléoptères Scarabeidae dont les larves ont été récoltées dans différents sites appartiennent à cinq familles : Cetoniidae, Dynastidae, Melolonthidae, Sericidae, Hopliidae. Toutes les espèces actuellement identifiées (au nombre de 36) sont des espèces endémiques déjà connues des scientifiques. Les résultats ont montré que ces larves étaient plus abondantes et plus diversifiées dans les milieux anthropisés que dans les milieux naturels. Les termites, toujours en cours d'identification, montrent, en l'état actuel de nos identifications, une assez faible diversité avec 6 espèces décrites ayant des aires de répartition très larges et appartenant à 6 genres : *Coarctotermes clepsydra*, *Microtermes kauderni*, *Capritermes capricornis*, *Microcerotermes subtilis*, *Termes baculiformis*, *Nasutitermes sp.* Concernant les vers de terre, 32 espèces ont été inventoriées qui appartiennent à 8 familles : Acanthodrilidae, Eudrilidae, Glossoscolecidae, Megascolecidae, Ocnerodrilidae, Octochaetidae, Moniligastridae, Kynotidae. La famille des Kynotidae, représentée par un seul genre Kynotus, est endémique de Madagascar et nos inventaires ont permis la description de 6 espèces nouvelles de Kynotus : *K. sianakus*, *K. parvus*, *K. minutus*, *K. proboscideus*, *K. giganteus*, *K. sakafotsy*. Parmi celles-ci se trouvent trois espèces « géantes », nouvelles pour la science. En particulier, *K. giganteus* est une espèce mesurant 1,85 m de long !

Une base de données et une collection de référence ont été mises en place dans ce projet et seront accessibles à tous.



Tête de soldat de *Microtermes kauderni*  
(Crédits photo : Alain Robert)



Espèce géante *Kynotus giganteus* sur  
une feuille de bananier (Crédits photo :  
Malaladiana Razafindrakoto)



Larve de *Euryiomiia argentea* (Cetoniidae)  
(Crédits photo : Richard  
Randriamanantsoa)

➤ Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Eric Blanchart : [eric.blanchart@ird.fr](mailto:eric.blanchart@ird.fr)



# HERBIERS DES ÎLES DE L'OUEST DE L'OcéAN INDIEN : ESPACES-RESSOURCE DE BIODIVERSITÉ (HILOI).

PROJET COORDONNÉ PAR PATRICK FROUIN<sup>1</sup> ET ANNIE BOURMAUD<sup>1</sup>,  
PRÉSENTÉ PAR ANNIE BOURMAUD<sup>1</sup> ET DJAMAL MAHAFINA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION, LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE MARINE (ECOMAR)

<sup>2</sup> INSTITUT HALIEUTIQUE ET DES SCIENCES MARINES (IHSM), UNIVERSITÉ DE TOLIARA, MADAGASCAR

Ce programme de recherche, initié début 2008 et qui aura duré près de 4 ans, portait sur l'étude d'un écosystème particulier : les herbiers de phanérogames marines tropicales. Reconnus comme des écosystèmes d'intérêt majeur en termes de services écosystémiques, ils sont menacés à l'échelle mondiale par les activités humaines. Pour mieux connaître ce type d'écosystème dans les îles de l'ouest de l'océan Indien, le programme HILOI a décliné **4 objectifs** majeurs à l'échelle de 3 îles : La Réunion (site unique, côte ouest), Madagascar (régions de Toliara/Ifaty) et Mayotte. A Madagascar, la région très peuplée de Toliara et la région d'Ifaty, moins soumise à la pression anthropique, sont comparées. A Mayotte et Madagascar, les zones littorales et celles plus éloignées des récifs barrière sont analysées. Dans les trois îles étudiées par le programme Hiloï, les herbiers montrent des structures et composition très différentes, présentant une large palette des potentialités des espèces en termes d'installation et d'extension. Les herbiers les plus simples sont à La Réunion : monospécifiques avec l'espèce *Syringodium isoetifolium* en taches très denses et fortes biomasses épigée et endogée, ils se développent sur des petits fonds et quasiment subtidiaux. A Mayotte les herbiers sont majoritairement plurispécifiques et intertidaux abritant jusqu'à 7 espèces différentes mais dominés par deux ou trois d'entre elles, souvent *Halodule wrightii* et *H. uninervis* et *Halophila ovalis* dans les sédiments de récif frangeant avec localement des taches de *Syringodium isoetifolium*. En platier interne du récif barrière les herbiers de *Thalassodendron ciliatum*, espèce robuste formant une dense canopée de 15 à 20 cm de hauteur sont monospécifiques : cependant ils disparaissent depuis plusieurs années, pour une raison inconnue. A Madagascar les herbiers sont également intertidaux et se développent sur de grandes surfaces de sable fin ou de vases sableuses en platier récifal interne (herbiers à *Thalassodendron ciliatum*) ou en bordure du littoral (herbiers mixtes à Cymodocées, *Syringodium isoetifolium*, *Halodule uninervis*). Huit espèces ont été recensées dans les sites de Madagascar dont *Zostera capensis* qui n'a été observée que sur un site de Toliara. Ces herbiers ont des biomasses particulièrement élevées, tant endogée (poids sec de rhizomes et racines supérieur à 200 g/m<sup>2</sup>) qu'épigée (poids sec de feuilles supérieur à 100 g/m<sup>2</sup>). Ces chiffres sont près de 10 fois supérieurs à ceux relevés à Mayotte.

**Le premier objectif** du programme visait à inventorier les espèces de vertébrés et invertébrés associées à ces herbiers. A La Réunion et Mayotte ces inventaires spécifiques constituent une nouveauté, tandis qu'à Madagascar il s'agit, pour partie, d'une réactualisation de données anciennes (1967 et 1990). Ainsi, ce sont les herbiers de La Réunion et de Mayotte (Grand récif nord-est) qui apparaissent les plus riches en espèces d'ostéichthyens (33 et 36 espèces respectivement) tandis que ceux des environs de Toliara ne comptent pas plus de 13 espèces ; la région d'Ifaty étant plus riche, avec 28 espèces. Les hydriaires épiphytes ont fait l'objet d'une étude spécifique, à partir de 133 échantillons. La richesse spécifique totale atteint 34 espèces, réparties en 13 familles et 20 genres, dominées à 80 % par les Thécates. Madagascar est la plus riche avec 25 espèces recensées, suivi de Mayotte (19) et La Réunion (3). Entre Mayotte et Madagascar, seulement 11 espèces sont communes, soit un taux de 33%. La famille des Campanulariidae, avec des espèces pionnières, est la plus riche (10 espèces). Concernant les invertébrés de la faune endogée, la richesse varie de 73 (La Réunion) à 204 espèces (Madagascar). En termes d'épifaune, y compris pour les hydriaires, les environs de Toliara apparaissent comme les plus riches : il s'agit principalement d'une stimulation de la biodiversité par absence de prédateurs directs ou indirects. Les individus de la mégafaune (Echinodermes principalement) sont très rares dans la région de Toliara, très probablement à cause d'une surpêche ; ils sont les plus abondants à La Réunion, exempte de ce type de pêche.

L'analyse historique de l'érosion de la biodiversité (**objectif 2**) a principalement porté sur le taxon des hydriaires. Lorsque l'on compare la richesse spécifique de Toliara de 1967 et celle de 2008, la perte de biodiversité est très importante, avec une moyenne de 44 % (maximum de 65 % à Beloza, 57 %

à Pointe Angèle). Par ailleurs les phanérogames abritent une flore et une couche de matière organique et minérale quasi-inexistante en 1967. Quelques espèces spécialisées abondantes en 1967 sont aujourd'hui absentes, (ex. *Nicoliana gravierae*) ou rares (ex. *Dynamena cornicina*, *Sertularia distans*). Pour la macrofaune (comparaison 1990/2008), une telle évolution n'a pas été constatée : pour de nombreuses espèces, les abondances sont supérieures en 2008.

**Le troisième objectif**, devant mettre en évidence l'effet herbier sur les populations marines a été abordé à ce jour par l'étude de la croissance de *Lethrinus harack*, poisson d'herbier le plus important commercialement, au sein des herbiers de Tuléar, Ifaty, et Mayotte (grand récif nord-est). Les otolithes ont été extraits afin d'âge les individus et de reconstruire les trajectoires de croissance. Les individus sont en moyenne plus grands à Mayotte, et plus petits à Tuléar et Ifaty dans les âges inférieurs, sans différence entre ces deux derniers sites. Au final, les effets de la pêche sembleraient plus marqués que l'effet habitat, mais il est important de prendre en compte ces deux facteurs dans la gestion des espèces exploitées.

Dans l'approche socio-écologique (**quatrième objectif**) menée par l'université de Stockhölms, les entretiens semi-structurés (50) et longs (3) menés à Ifaty, montrent que dans cette zone la pêche traditionnelle est très majoritairement basée sur les écosystèmes d'herbiers. La dépendance de la population locale vis à vis des herbiers marins, peut être attribuée à une absence de modes de vie alternatifs et à la limitation des ressources agricoles, causée par un climat très sec. De fait une forte pauvreté est présente. Les herbiers marins étant la zone de pêche privilégiée par la plupart des pêcheurs du village, les captures sont des espèces associées aux herbiers (principalement *Siganus spp.*). Les comptages ichthyologiques réalisés dans le cadre du programme montrent de faibles diversité et biomasse (effet encore plus marqué pour la zone de Toliara). La concordance de ces informations tend à confirmer une surpêche dans la région d'Ifaty. Des signes positifs sont cependant présents. Ainsi, la population locale est consciente de l'importance des herbiers pour son bien être et aussi de l'effet destructeur de certaines pratiques telles les seines de plage. Une volonté d'établir des zones de réserve a été notée : par ce véritable « bottom-up », les perspectives de succès d'un tel projet semblent intéressantes. Par ailleurs, des pratiques particulières comme la consommation d'oursins (*Tripneustes gratilla*) peuvent créer un modèle gagnant-gagnant, d'une part en constituant un apport de protéines et de revenus pour la population locale, et d'autre part en réduisant la pression d'herbivorie due à cette espèce. Il reste que l'attention des gestionnaires doit se porter de manière urgente sur le rôle des herbiers dans les petites pêcheries. Les données concernant la zone voisine de Toliara ont été acquises fin 2011, leur traitement et valorisation n'interviendront qu'en 2012. Les comptages ichthyologiques et les premières observations laissent augurer une situation encore plus critique qu'à Ifaty. A Mayotte, une étude plus approfondie a porté sur la prise en compte des herbiers dans les pratiques de gestion, l'analyse de l'importance de ces écosystèmes pour un village rural (Chiconi) et enfin le rôle des herbiers vis à vis du tourisme (site de N'Gouja). Gestionnaires divers, pêcheurs masculins et féminins, personnes âgées, touristes divers, opérateurs touristiques ont été questionnés (131 entretiens de tous niveaux). Dans un cadre bien établi de la protection du milieu marin, aucune attention particulière ne concerne les herbiers marins (herbiers cités seulement une fois dans le cadre réglementaire ou juridique). De manière assez surprenante, ces écosystèmes marquent très fortement la société mahoraise contemporaine sur les plans social, culturel et anthropologique (légendes, tabous ou « fadd », médecine, cérémonies, religieuses, ...). La valeur écologique est également importante, bien que, selon les répondants, elle soit moins élevée que par le passé. La disparition des herbiers à *Thalassodendron ciliatum* dans l'ouest de l'île confirme cette perte de valeur globale, observée nettement à partir des cyclones de 1984-1985. Les herbiers côtiers sont essentiels pour les pêcheurs à pied, mais les zones coralliennes ou proches des mangroves sont préférées par les autres (pêche à la ligne avec 10 % des prises associées aux herbiers ; pêche au Djarifa). Ceci leur confère un poids économique et nutritionnel moindre que pour les populations malgaches. Pour quelques opérateurs touristiques, mais bien peu de touristes, la valeur éco-touristique des herbiers est substantielle. Au final, les menaces pesant sur ces écosystèmes doivent être identifiées et contrôlées par le biais d'un plan de gestion durable qui devra également prendre en compte le savoir et les traditions locales.

Pour conclure, la comparaison des sites de intra et inter îles a montré une pression de pêche très forte à Tuléar et à Ifaty dans une moindre mesure, tandis que Mayotte et La Réunion sont peu soumises à ce phénomène. De fait, les peuplements ichthyologiques associés aux herbiers sont pauvres, peu abondants, avec de petits individus à Madagascar, tout comme ceux des grands invertébrés détritivores

ou herbivores. Cette modification du réseau trophique par la pêche, favorise la croissance des phanérogames et de l'épiphyton, même si les hydraires épiphytes montrent une réponse négative à l'anthropisation. Elle stimule également les peuplements de petits invertébrés, notamment épigés, libérés de la pression de prédation. L'érosion de la biodiversité dépend donc des taxons considérés. Pourtant, même en conditions d'anthropisation peu marquée des herbiers marins de la région disparaissent actuellement (Mayotte). Le statut d'écosystème majeur pour les populations locales mais gravement menacé, unit les herbiers marins de Mayotte et du sud de Madagascar. Ils doivent faire l'objet d'investigations et de mesures de gestion pour assurer leur pérennité dans l'ouest de l'océan Indien.



Photo 1 : Fréquentation des herbiers du Grand récif de Toliara par les pêcheurs, Madagascar



Photo 2 : Herbier à *Thalassodendron ciliatum*, Grand récif nord-est, Mayotte

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Patrick Frouin : [patrick.frouin@univ-reunion.fr](mailto:patrick.frouin@univ-reunion.fr),  
ou Annie Bourmaud : [Chloe.Bourmaud@univ-reunion.fr](mailto:Chloe.Bourmaud@univ-reunion.fr)



# CONNAÎTRE POUR CONSERVER : LE PATRIMOINE NATUREL CACHÉ DES COMORES.

PROJET COORDONNÉ PAR <sup>1</sup>JEAN-NOËL LABAT<sup>1</sup> ET BENOÎT FONTAINE<sup>2</sup>,  
PRÉSENTÉ PAR BENOÎT FONTAINE<sup>2</sup> ET IBRAHIM YAHAYA<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> MNHN, UMR ORIGINE, STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DE LA BIODIVERSITÉ

<sup>2</sup> MNHN, UMR CONSERVATION DES ESPÈCES, SUIVI ET RESTAURATION DES POPULATIONS

<sup>3</sup> CNDRS (CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION ET DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES), MORONI, COMORES

## OBJECTIFS

Bien que négligé par les biologistes car trop proche de son prestigieux voisin Madagascar, l'archipel des Comores est caractérisé par une biodiversité riche et originale, avec des taux d'endémisme pouvant dépasser 70 % dans certains groupes. Ces îles connaissent par ailleurs une forte dégradation des habitats naturels, les forêts non perturbées ne représentant plus que quelques fragments isolés, principalement en altitude. Pour répondre à ces dégradations, un réseau d'aires protégées a été créé (Mayotte) ou est en projet (trois autres îles). Or ni l'impact des dégradations sur les espèces à valeur patrimoniale des Comores, ni la pertinence du réseau d'aires protégées n'ont été évalués sur d'autres groupes que les vertébrés supérieurs, qui ne constituent pourtant qu'une petite partie de la biodiversité. En s'appuyant sur des groupes mal connus (plantes à fleurs, fougères, mollusques terrestres, arachnides, insectes orthoptères) mais représentatifs de la richesse et de l'originalité de l'archipel, le présent projet vise à répondre à trois questions cruciales pour le développement d'une politique de conservation efficace dans l'archipel :

- ▮ Que reste-t-il vraiment de la biodiversité indigène des Comores ?
- ▮ Quelle est la pertinence des aires protégées existantes ou envisagées ?
- ▮ Où faut-il focaliser les actions de conservation et quelles sont les priorités de conservation d'espèces pour un maximum d'efficacité dans un contexte de ressources humaines et financières limitées ?

## ACQUISITION DES DONNÉES

Au cours des trois années du projet, quatre missions de terrain d'un mois environ ont été effectuées dans les trois îles de l'archipel afin d'inventorier les plantes vasculaires (angiospermes et fougères), les mollusques terrestres, les orthoptères, les araignées et certains taxons de la faune du sol (myriapodes, collembolles). Une dernière mission (orthoptères) est prévue pour la fin de l'année 2011. Outre des sites patrimoniaux (massif du Karthala, Massif de la Grille, Lac Salé à Ngazidja, forêt sèche d'Itsamia, vallée de l'Améré et crête du chalet St Antoine à Mwali, Massif du Ntringui à Anjouan), des zones a priori non remarquables ont été prospectées, en particulier à basse altitude et dans des zones dégradées, afin de réaliser un état des lieux le plus complet possible.

Des échantillonnages de plantes, mollusques, araignées et orthoptères *in situ*, complétés par des prises de photos et des notes descriptives, ont été réalisés dans divers sites des trois îles. Les prospections ont été faites aux mêmes endroits par tous les participants, afin de pouvoir comparer l'intérêt des différents sites pour tous les groupes étudiés. Différentes méthodes de collecte ont été mises en œuvre : tamisage de litière (mollusques, araignées, myriapodes), Berlese (collembolles, araignées), battage de la végétation arbustive (araignées, mollusques, myriapodes), fauchage de la végétation basse (araignées, mollusques), recherche à vue (tous les groupes), recherche au son (orthoptères).

L'objectif principal était d'établir un inventaire actuel aussi exhaustif que possible des différents groupes cibles, ce qui a impliqué de récolter éventuellement les mêmes taxons sur les trois îles.

## PRINCIPAUX RÉSULTATS

Au minimum, 400 espèces de plantes, 180 espèces de mollusques, 75 espèces d'orthoptères et 120 espèces d'araignées ont été collectées. Une dizaine d'espèces de plantes et une trentaine d'espèces de mollusques nouvelles pour la science ont été découvertes.

L'analyse des collectes a montré des résultats contrastés sur la conservation des différents taxons aux Comores. Pour les plantes, les zones de basse altitude sont extrêmement pauvres, et n'abritent plus qu'une flore banale, composée d'espèces ubiquistes. Les forêts sèches de basse altitude, très

originales, sont pratiquement totalement détruites, à l'exception de celle de la pointe est de Mohéli. En revanche, les forêts d'altitude (Mont Karthala à Ngazidja, Mont Ntringui à Anjouan, crête de Mohéli) sont encore très riches. L'île la mieux conservée est Mohéli, la plus dégradée Anjouan, ce qui est à mettre en relation avec la densité de population. Les escargots offrent un tableau complètement différent, puisque des espèces endémiques sont présentes partout, même dans les habitats très dégradés de basse altitude. Cette situation est particulièrement remarquable, puisqu'elle est à l'opposé de ce que l'on observe dans d'autres îles, comme aux Mascareignes ou en Polynésie, où les espèces indigènes ne se rencontrent plus que dans les zones d'altitude les plus inaccessibles. Plusieurs hypothèses, non encore vérifiées, pourraient expliquer cette situation : les Comores sont moins isolées que d'autres îles océaniques, et leur faune a sans doute été davantage confrontée à des colonisations ; par ailleurs, cette faune de mollusques présente une importante radiation de Streptaxidae, escargots carnivores qui auraient pu bénéficier de l'introduction de proies par l'Homme. Cela étant, certaines espèces n'ont été rencontrées qu'en altitude, mais cela pourrait correspondre à leur répartition naturelle. Les orthoptères présentent une situation intermédiaire, avec des espèces indigènes présentes à basse altitude, mais la majeure partie de la diversité se rencontre dans les zones plus préservées. Pour les araignées, les résultats sont encore préliminaires.

Nous attirons l'attention sur la situation préoccupante de plusieurs sites, au premier rang desquels la forêt de Moya et celle de Patsi à Anjouan, où il ne reste plus que des lambeaux de forêt naturelle, qui auront disparu dans quelques années du fait des défrichements pour l'agriculture. A Ngazidja, le massif de la Grille est également très menacé, ainsi que la forêt d'Itsamia à Mohéli. Le projet d'ouverture d'une piste à des fins touristiques vers le sommet du Karthala, encore relativement intact, nous paraît dangereux pour la préservation de la biodiversité, sans contrepartie prouvée en termes de développement.

## AUTRES

Dans le cadre de ce projet, deux étudiants comoriens sont venus faire un M2 BEVT au Muséum national d'Histoire naturelle, l'un sur une « approche méthodologique pour une flore électronique des Comores », l'autre sur la mise en place d'une « clé d'identification XPER sur les Papilionacées des Comores ».

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Benoît Fontaine : [fontaine@mnhn.fr](mailto:fontaine@mnhn.fr)

# BIODIVERSITÉ DES MILIEUX PÉLAGIQUES MARINS DE L'OcéAN INDIEN (BIOPS).

PROJET COORDONNÉ ET PRÉSENTÉ PAR FRÉDÉRIC MÉNARD<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> IRD, UMR ECOSYSTÈMES MARINS EXPLOITÉS (EME), SÈTE

Si les écosystèmes terrestres et coralliens ont fait l'objet d'attentions particulières dans la communauté scientifique, les écosystèmes marins de haute mer restent encore méconnus du fait de leur accès difficile, alors que la biodiversité marine pélagique est une richesse naturelle et culturelle pour de nombreux pays du Sud comme les îles de l'océan Indien. Le programme BIOPS, financé par la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, a étudié la biodiversité marine pélagique dans l'ouest de l'océan Indien à travers un large éventail de sources de données dans l'objectif de caractériser cette biodiversité pélagique et d'en assurer son suivi.

La biodiversité pélagique a été inventoriée à partir de divers « *échantillonneurs* » qui sont pour la première fois réunis et utilisés dans cet objectif : (i) les bateaux palangriers qui pêchent les grands poissons pélagiques, (ii) les grands poissons prédateurs qui échantillonnent les niveaux trophiques intermédiaires (leurs proies) par leur comportement alimentaire opportuniste, (iii) les Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) qui sont des objets flottants ayant la capacité naturelle d'agréger de nombreuses espèces pélagiques. Les analyses ont permis de caractériser la biodiversité pélagique à partir de cet ensemble varié de données, et d'analyser certaines des évolutions temporelle et spatiale de la diversité pélagique de l'océan Indien.

Classiquement, la diversité des communautés suppose l'équivalence entre les espèces. Or deux communautés ayant le même nombre d'espèces peuvent présenter des fonctionnalités différentes. BIOPS a permis de décrire la diversité fonctionnelle de la communauté des grands poissons prédateurs exploités à la palangre entre 2001 et 2010, principalement autour des Seychelles et dans le Canal de Mozambique. Pour la première fois, une base de données documente 23 traits fonctionnels de 25 espèces de grands poissons pélagiques pour les quatre fonctions communément admises : acquisition de nourriture, locomotion, reproduction et comportement. Les analyses montrent d'une part que trois espèces abondantes (lancier, thon albacore et espadon), fréquentes et fonctionnellement différentes, caractérisent principalement les deux zones, et d'autre part que le cycle saisonnier des moussons provoquent un changement de diversité fonctionnelle et spécifique.

Les organismes du micronecton (crustacés, poissons et céphalopodes de quelques cm à 20 cm environ) constituent les proies des prédateurs marins supérieurs (faune fourrage des poissons, requins, oiseaux et mammifères). Dans BIOPS, la diversité du micronecton a été appréhendée à partir des contenus stomacaux des grands poissons pélagiques capturés à la palangre dans l'ouest de l'océan Indien. Une base BIOPS regroupe les données issues des campagnes de pêches palangrières soviétiques réalisées entre 1962 et 1990 et celles des campagnes réalisées par l'IRD entre 2000 et 2008. Les biais intrinsèques liés à ces données ont été soigneusement pris en compte dans les analyses. Nos résultats décrivent de façon originale les variations spatio-temporelles de la diversité du micronecton au cours des 40 dernières années. Un petit nombre de proies domine la faune fourrage, et un important cortège de proies rares varie dans le temps et l'espace. Malgré des variations spatio-temporelles, la diversité du micronecton reste globalement stable.

Un grand nombre d'espèces pélagiques s'agrègent naturellement autour d'objets flottants (les DCP, photos 1 et 2) à la surface des océans. Durant BIOPS, 48 inventaires faunistiques autour de DCP ancrés ont été réalisés en plongée autonome aux Maldives, aux Seychelles et à Maurice, en suivant un protocole précis d'échantillonnage (quatre DCP par site, dont les distances à la côte variaient de 4 à 257km). De façon surprenante, deux DCP proches dans un même site ne montrent pas un assemblage d'espèces plus similaire que deux DCP éloignés. Un total de 37 espèces appartenant à 20 familles a été observé. Entre deux et 16 espèces sont observées par inventaire. Les *Carangidae* (*Caranx sexfaciatus*, *Elagatis bipinnulata* et *Decapterus macarellus*) dominent dans les 3 sites. Les communautés observées regroupent des poissons pélagiques et des espèces coralliennes



parfois majoritaires. La diversité des assemblages semble décroître avec la latitude et le cycle saisonnier des moussons a peu d'effets.

Outre cet état des lieux de la biodiversité marine pélagique dans l'ouest de l'océan Indien, incluant analyses rétrospectives et nouvelles données acquises au cours du projet, BIOPS propose également des méthodes de suivi (monitoring) de cette biodiversité incluant des systèmes de collectes de données régulières et originales par les pays du Nord et les pays du Sud, et des outils d'analyses rapides et robustes pour déceler des changements de cette biodiversité.



Photo 1  
Dispositif expérimental de  
concentration de poissons dans  
l'océan Indien. Marc Taquet ©  
BIOPS



Photo 2  
Banc multi spécifique de  
poissons sous un dispositif de  
concentration de poissons dans  
l'océan Indien. Marc Taquet ©  
FADIO/IRD-Ifremer

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Frédéric Ménard : [frederic.menard@ird.fr](mailto:frederic.menard@ird.fr)

# DIFFÉRENCIATION PHÉNOTYPIQUE ET SPÉCIATION CHEZ LE ZOSTÉROPS DES MASCAREIGNES.

PROJET COORDONNÉ ET PRÉSENTÉ PAR CHRISTOPHE THÉBAUD<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> UNIVERSITÉ PAUL SABATIER, LABORATOIRE EVOLUTION ET DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, TOULOUSE

L'objectif du projet fut de comprendre les bases et les causes de la différenciation phénotypique chez le Zostérops des Mascareignes (*Zosterops borbonicus*), un taxon endémique des îles de La Réunion et Maurice, qui se distingue des autres espèces du genre par une morphologie et une apparence très particulière. Une de nos études précédentes a montré, grâce à l'analyse de la diversité génétique mitochondriale des Zostérops du sud-ouest de l'océan Indien, que ce taxon appartient à une lignée ayant anciennement colonisé le sud-ouest de l'océan Indien (env. 1.8 Ma) où elle s'est ensuite diversifiée. Toutes les autres espèces de Zostérops de la région, y compris celles qui occupent Madagascar ou les Seychelles, sont le fruit de colonisations plus récentes (<1.2 Ma). Par ailleurs, elles sont morphologiquement et génétiquement très similaires les unes aux autres, mais toutes très différentes de *Z. borbonicus*. *Zosterops borbonicus* est donc un élément original et important de la biodiversité avienne des îles de l'océan Indien, et il représente un cas possible de radiation évolutive en cours à une échelle spatiale sans équivalent chez les oiseaux.

Un aspect frappant de la biologie de cet oiseau concerne l'extraordinaire variabilité intraspécifique observée à l'échelle d'une très petite aire de répartition (<5000 Km<sup>2</sup>) chez une espèce dont la distribution et les effectifs ne paraissent pas avoir été influencé par les activités humaines, directes ou indirectes, depuis la colonisation des Mascareignes (Fig. 1). Toutefois, alors que les populations mauriciennes (*Z. b. mauritanus*) semblent identiques les unes par rapport aux autres du point de vue de la morphologie et de la coloration du plumage, les populations de l'île de La Réunion (*Z. b. borbonicus*) présentent une importante variation microgéographique de certaines caractéristiques du plumage (notamment signaux colorés) et du comportement (structure du chant). Les différences entre les populations des deux îles peuvent refléter une différence dans la variance des pressions de sélection entre populations locales, et/ou des différences dans l'aptitude des individus à la dispersion à l'intérieur des îles, l'île Maurice étant beaucoup plus homogène d'un point de vue environnemental et physiographique que l'île de La Réunion. Alternativement, puisque certaines populations de La Réunion présentent des similitudes morphologiques avec les populations de l'île Maurice, le contraste entre les populations des deux îles pourraient refléter une colonisation récente de l'île Maurice à partir d'une ou quelques populations apparentées de La Réunion. Nous avons pu montrer que cela n'est pas le cas à l'aide d'une analyse phylogénétique réalisée à partir de gènes nucléaires et mitochondriaux, les populations réunionnaises et mauriciennes n'échangeant plus de gènes depuis qu'elles ont divergé à partir d'un ancêtre commun, il y a environ un demi-million d'années. Ceci milite plutôt en faveur d'un rôle important de l'hétérogénéité environnementale comme moteur de la différenciation phénotypique, soit par le jeu des différences des régimes de sélection, soit par l'influence des barrières géographiques sur les mouvements d'individus, ces deux explications n'étant pas mutuellement exclusives. La corrélation que nous avons observée entre niveau de différenciation génétique et niveau de différenciation phénotypique suggère toutefois que les barrières géographiques expliquent pour une large part les différences entre populations réunionnaises et mauriciennes.

Sur l'île de La Réunion, les populations se répartissent en quatre morphes géographiques (Figure 1). L'un d'entre eux occupe les sommets de l'île (morphe A), deux autres sont inféodées aux basses altitudes, un au nord de l'île (morphe B), l'autre au sud-est (morphe C), et le quatrième (morphe D) occupe l'ouest et le centre de l'île, du niveau de la mer jusqu'aux plus hauts sommets de l'île. Sur les sommets, les morphes A et D présentent une distribution sympatrique.

Nous avons montré à l'aide de mesures effectuées sur environ 700 oiseaux que les morphes sont nettement différenciés tant du point de vue des signaux colorés (analyse spectrophotométrique) que de la morphologie. L'ampleur de ces différences est compatible avec l'idée que la sélection naturelle a joué un rôle central dans la diversification phénotypique des populations à l'échelle de La Réunion (comparaison des matrices de variance-covariance inter- et intrapopulationnelles). Nous avons examiné



la structure spatiale de marqueurs génétiques supposés neutres dans des populations des différents morphes (900 individus échantillonnés). Trois principaux groupes génétiques ont pu être identifiés à l'aide de l'analyse de 276 marqueurs AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) (Fig. 2). Ces groupes sont corrélés avec les grands gradients environnementaux présents à La Réunion : côte au vent vs. côte sous le vent ; basse versus haute altitude. Nous avons également mis en évidence une différenciation génétique le long d'un gradient altitudinal chez le morphe D et observé que celle-ci s'accompagne d'une différenciation des caractères morphologiques et des signaux colorés. Ceci suggère, compte-tenu de l'échelle spatiale concernée, que les populations subissent des pressions de sélection qui varient le long de ce gradient et que celles-ci sont suffisamment fortes pour contrecarrer les effets homogénéisants du flux de gène. Nous n'avons pas détecté dans l'analyse AFLP de corrélation entre groupes génétiques et morphes géographiques. Cela a été confirmé par une analyse phylogéographique réalisée à partir de séquences nucléaires et mitochondriales. En revanche, une analyse réalisée à partir de 12 marqueurs microsatellites a révélé au sein des morphes l'existence d'une structure génétique à très petite échelle. Trois conclusions principales émergent donc des analyses de génétique des populations : la différenciation des populations a eu lieu en conditions de flux de gènes dans un contexte démo-génétique d'expansion (approche « coalescence ») ; les flux de gènes existent mais sont faibles, ce qui suggère que la mobilité des oiseaux est réduite (confirmé par capture-marquage-recapture) et qu'il existe des structures socio-spatiales fortes (confirmé par les observations comportementales) ; un faible nombre de marqueurs « hors norme » ont pu être détectés, ce qui indique que l'évolution des différences phénotypiques entre morphes est d'origine récente et probablement liée aux modifications de l'expression d'un tout petit nombre de gènes.

Nous avons donc examiné les bases génétiques des différences de coloration entre morphes à l'aide d'une approche « gènes candidats », en ciblant l'ensemble de la voie des mélanocortines, ce qui n'a jamais été réalisé auparavant chez les oiseaux, grâce à une collaboration avec une équipe spécialisée dans l'évolution des signaux colorés chez les mammifères (Hopi Hoekstra, Harvard Univ.). La possibilité d'une corrélation entre variants génétiques et coloration n'est envisagée que pour un seul gène parmi huit qui ont été examinés. Afin de valider cette découverte, nous développons actuellement des approches de pyroséquençage ultra haut-débit (HiSeq Illumina, Génomole Toulouse) sur des fragments RAD pour mieux caractériser les associations marqueurs - coloration du plumage – stratégies de reproduction et/ou comportementales.

Nous avons tenté de mieux cerner les processus écologiques qui peuvent sous-tendre la différenciation entre populations et avons, en première approche, analysé la divergence de niche climatique entre morphes, sans obtenir de résultats probants en raison très vraisemblablement de l'incertitude qui demeure quant aux limites de répartition entre morphes et à la très grande hétérogénéité des conditions climatiques à très petite échelle sur l'île de La Réunion. Nous avons également examiné la prévalence des infections par des parasites sanguins pour l'ensemble des populations étudiées. Nos analyses ont révélé une situation extraordinaire. *Zosterops borbonicus* héberge une communauté de parasites sanguins d'une étonnante diversité. Ces communautés parasitaires sont issues de l'intense diversification évolutive de lignées qui semblent avoir « accompagné » les oiseaux lors de la colonisation des îles. Elles présentent une forte



structuration géographique qui est faiblement corrélée avec la distribution géographique des morphes, ce qui suggère que les interactions hôtes-parasites ont pu jouer un rôle dans le processus de diversification des morphes.

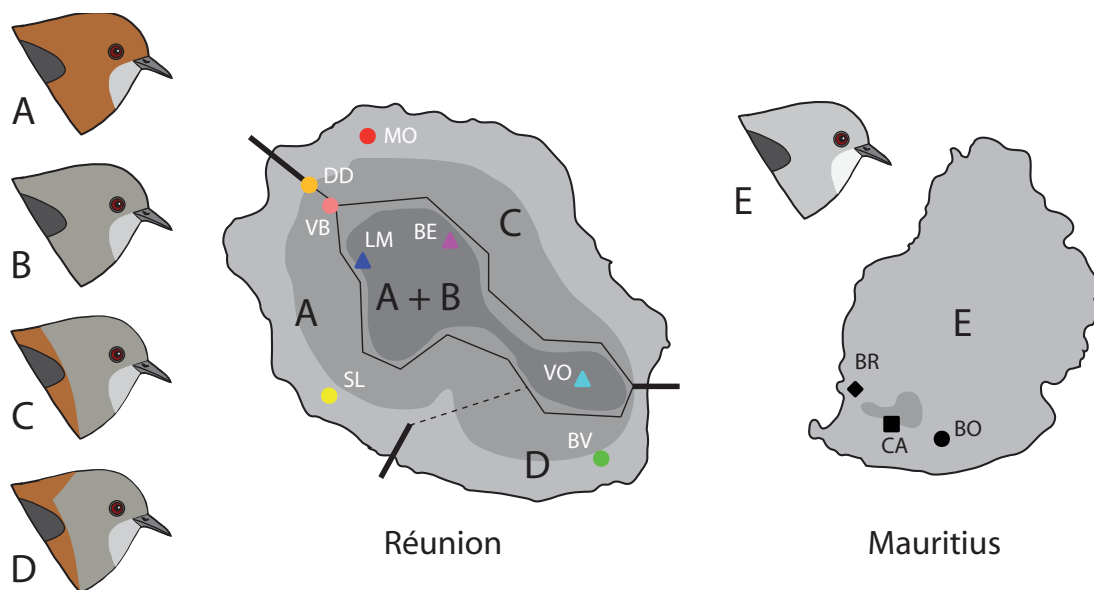


Figure 1 : Distribution géographique du polymorphisme de la coloration du plumage chez le Zostérops des Mascareignes. Les zones grisées correspondent à différentes zones d'altitude avec gris clair : 0-600m, gris : 600-1000m, gris foncé : 1000-3000m. Les lignes épaisses correspondent aux zones de contact entre morphes. Les lignes fines représentent les limites approximatives de la distribution des morphes en dehors des zones de contact. Les lignes pointillées indiquent les limites supposées dans des zones qui n'ont pas été prospectées. Les morphes sont désignés comme suit : A = brun, B = gris, C = brun à tête grise, D = brun à tête grise mais nuque brune, E = gris de l'île Maurice

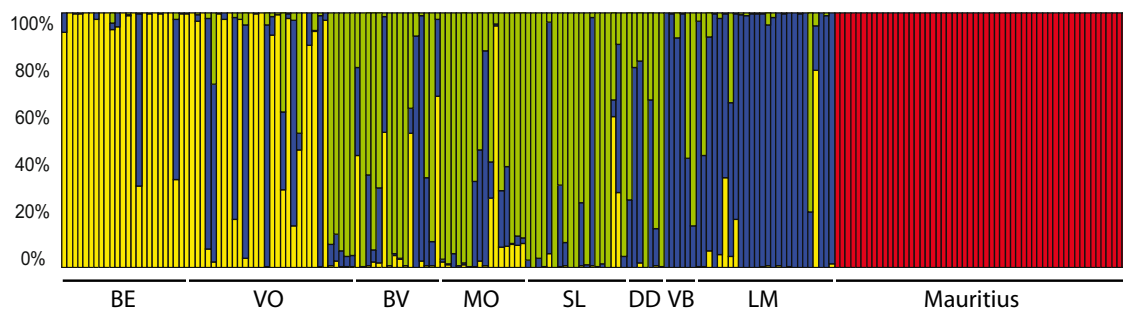


Figure 2 : Structuration génétique des populations. Chaque barre verticale correspond à la probabilité postérieure d'assignation d'un individu à l'un des groupes révélés par une analyse bayésienne réalisée avec le logiciel STRUCTURE 2.2. et représentés par des couleurs différentes. Noter que les individus de l'île Maurice sont tous très distincts des oiseaux de La Réunion où trois groupes peuvent être identifiés. Ces groupes ne correspondent pas aux morphes de couleurs. Les populations sont désignées comme suit : BE = Bélouve, VO = Pas de Bellecombe, BV = Basse-Vallée, MO = Moka, SL = Saint-Leu, DD = Dos d'Ane, VB = Roche Vert Bouteille, LM = Le Maïdo

➤ Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Christophe Thébaud : [thebaud@cict.fr](mailto:thebaud@cict.fr)

MERCREDI 14 DÉCEMBRE

**SESSION 2**

**FONCTIONNEMENT  
DES ÉCOSYSTÈMES  
ET SERVICES  
ÉCOSYSTÉMIQUES**





# BIODIVERSITÉ DES ORGANISMES AMPHIHALINS DES SYSTÈMES INSULAIRES DU SUD OUEST DE L'OcéAN INDIEN : STRUCTURE, FONCTIONNEMENT ET OUTILS D'AIDE À LA GESTION DURABLE.

PROJET COORDONNÉ PAR ERIC FEUNTEUN<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR ERIC FEUNTEUN<sup>1</sup> ET TONY ROBINET<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> MNHN, UMR BIOLOGIE DES ORGANISMES ET ECOSYSTÈMES AQUATIQUES (BOREA), PARIS

Les petits fleuves côtiers des archipels du sud-ouest de l'océan Indien (SOOI) abritent une ichthyofaune composée presque exclusivement d'espèces amphihalines, dont le cycle de vie passe par une phase côtière ou océanique. L'étude de la composition et de la structure des ichthyofaunes dulcicoles des petites îles des archipels du SOOI a, depuis les années 2000, suggéré une forte connexion entre les îles, avec des preuves génétiques pour au moins trois espèces étudiées. La grande île au centre, Madagascar, présente des habitats similaires le long de sa côte Est, mais l'ichthyofaune locale n'avait pas fait l'objet d'une attention particulière avant ce programme DIAMSOI (Diversité des Amphihalins du Sud-ouest de l'océan Indien, 2008-2011).

## OBJECTIFS

- ▮ Savoir si l'ichthyofaune de la côte Est malgache, dans des habitats similaires à ceux des petites îles, présente les mêmes espèces que celles qui se trouvent dans les archipels, ce qui suggérerait d'importantes connexions potentielles entre Madagascar et le reste du SOOI.
- ▮ Analyser l'impact de l'anthropisation des paysages sur l'ichthyofaune des petits fleuves côtiers du Nord-Est, en comparant deux sites voisins à l'impact humain contrasté : la région rizicole de SAVA et le Parc National Forestier de Masoala.



Photo 1 : *Bedotia masoala*, poisson endémique de quelques cours d'eau dans la péninsule de Masoala.

Photo 2 : *Chanos maculata* (« fibata »), une espèce asiatique introduite et installée dans les milieux dégradés ; carnassière, son influence sur les espèces natives reste à élucider.

Photo 3 : *Rheocles* sp. (*R. vatasoa*), un des deux genres de la famille de Bedotiidae, famille endémique de Madagascar.

Photo 4 : *Macrobrachium idae* vers Antalaha, crevette décapode en pleine période d'expansion dans la région SOOI.

Photo 5 : *Glossogobius giurus* de la rivière Ankavia près d'Antalaha, espèce migratrice en mer lors du stade larvaire, mais dont certains individus peuvent effectuer tout leur cycle en eau douce.

- 】 Développer les connaissances sur les cycles de vie et la phylogéographie des espèces.
- 】 Restituer les connaissances acquises et proposer des actions de conservation aux gestionnaires des cours d'eau des îles du SOOI.

### CAMPAGNES DE TERRAIN

- 】 mai 2008 : Mission de reconnaissance de 2 semaines en région SAVA (MNHN-IHSM). La région SAVA, entre Sambava, Antalaha, Vohémar et Andapa, est fortement cultivée (riz et vanille) et relativement anthropisée.
- 】 juin-juillet 2008 : Première campagne d'échantillonnage sur 3 semaines avec 7 scientifiques (MNHN Paris, IHSM Tuléar et Service des ressources halieutiques de Sambava et d'Antalaha), région SAVA. Tous les cours d'eau ont été prospectés sur 200km de côte, notamment le bassin du Lokoho qui draine la cuvette d'Andapa et se jette dans l'océan Indien à Sambava.
- 】 juin 2009 : Mission de vérification terrain SIG sur les lieux de la première campagne (1 scientifique IHSM pendant 2 semaines).
- 】 mai 2010 : Seconde campagne d'échantillonnage sur 3 semaines avec 5 scientifiques (MNHN Paris, IHSM Tuléar, MNP Maroantsetra, ARDA Réunion) dans le Parc National de Masoala, plus grand parc forestier malgache, au bout de la péninsule du même nom dans le Nord-Est de l'île.

### ECHANTILLONNAGE ET ANALYSES EN LABORATOIRE

- 】 L'échantillonnage a consisté en une pêche électrique standardisée des poissons et crustacés, permettant de calculer des abondances relatives (poissons), et a bénéficié de collaborations occasionnelles avec les pêcheurs en pirogues (épervier, senne et nasses).
- 】 L'identification des espèces s'est faite sur le terrain et au MNHN, en comparant les quelques spécimens ramenés à des spécimens en collection à Paris, et en utilisant l'outil moléculaire sur des tissus avec le séquenceur de la station MNHN de Concarneau (barcoding avec le marqueur CO1).
- 】 L'analyse des rapport Sr :Ca dans les otolithes de 63 poissons a été conduite pour connaître leur histoire migratoire (genres *Eleotris*, *Glossogobius*, *Butis* et *Atherinomorus*).
- 】 En couplant une analyse SIG de l'occupation des sols par bassin (images LANDSAT) à la structure locale de l'ichtyofaune, l'impact de l'anthropisation des paysages sur l'ichtyofaune des petits fleuves côtiers est analysé

### PRINCIPAUX RÉSULTATS ET PERSPECTIVES

Au terme de deux ans de collecte et d'une année d'analyse, le programme livre des résultats très intéressants sur l'ichtyofaune du NE malgache, au cœur du système régional des cours d'eau insulaires. Nous avons trouvé une ichthyofaune assez éloignée de celle des îles voisines du point de vue de sa structure, de sa composition et sans doute de son fonctionnement, du moins à première vue. Dans les sites les plus préservés (PN Masoala), les abondances des poissons et crustacés sont relativement faibles, avec une endémicité relativement forte. Dans les sites les plus perturbés au contraire, les abondances sont globalement plus fortes et les espèces introduites bien représentées, au détriment des espèces natives. Ce que ces contrastes nous enseignent quant à l'influence de l'activité humaine sur les communautés aquatiques des eaux douces est important en matière de politique de conservation des zones côtières.

L'analyse chimique des otolithes a révélé entre autres une population de *Glossogobius giurus* partagée entre amphihalins et *land-locked*. Ce genre de structure de population est assez rare parmi les amphihalins, et permet de tester des hypothèses sur l'évolution de la diadromie. Une nouvelle espèce de gobie Sicydiinae (*Sicyopus lord* nov. sp.) a été découverte à Masoala et décrite au MNHN de Paris. Cette nouvelle espèce, d'un genre jusque là inconnu dans tout l'océan Indien, est importante pour la compréhension de la phylogéographie de ce groupe et des faunes amphihalines de la région.

Enfin, et c'est sans doute là que se situent les perspectives majeures, de nombreux spécimens et tissus attendent une analyse plus approfondie des positions systématiques et des cycles de vie des espèces, et des structures des populations par rapport aux nombreux spécimens collectés par les équipes dans les archipels voisins. Ces analyses alimenteront des recherches pendant encore de nombreuses années.

】 Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Eric Feunteun : [feunteun@mnhn.fr](mailto:feunteun@mnhn.fr)  
ou Tony Robinet : [robinet@mnhn.fr](mailto:robinet@mnhn.fr)



## IDENTIFICATION ET ANALYSE DES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL EST ET GRAND-SUD MALGACHE : VERS UNE GESTION INTÉGRÉE.

COORDONNÉ PAR PHILIPPE KARPE<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR PHILIPPE KARPE<sup>1</sup> ET MINO RANDRIANARISON<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> CIRAD, UPR BIENS ET SERVICES DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS TROPICAUX : L'ENJEU DU CHANGEMENT GLOBAL (BSEF), YAOUNDE, CAMEROUN  
<sup>2</sup> UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO, MADAGASCAR

Madagascar possède une biodiversité riche et unique. Celle-ci est source de vie, de bien-être et de développement pour le pays et sa population. Cette forte dépendance de la population malgache aux ressources naturelles se traduit par une importante pression anthropique sur les espèces, mais également sur leurs habitats. Madagascar figure ainsi parmi les zones écologiques les plus menacées de la planète.

Depuis de nombreuses années, Madagascar développe une politique environnementale fondée sur le développement durable. Malgré ceci, la diversité des écosystèmes, des espèces et des ressources génétiques ne parvient pas à être préservée. Le caractère ponctuel, isolé et sectoriel des mesures adoptées pénalise celles-ci. Pareillement, les conflits d'usages, de droits, de pouvoirs et de compétences font obstacle à la pleine application et efficacité de la politique environnementale. La gestion intégrée des ressources naturelles renouvelables (RNR) apparaît dans ce contexte comme un enjeu majeur. Elle consiste en effet à cerner, dans une vue d'ensemble, différents problèmes d'environnement situés dans des champs thématiques, des écosystèmes et des espaces de régulation différents. Ce faisant, en écartant le traitement isolé de chacun de ses problèmes, elle permet de tempérer les aspects négatifs de la dispersion des actions pour tendre vers des actions communes et harmonisées.

Notre projet concernait plus particulièrement la gestion du littoral malgache, qui concerne plus de 51 % du territoire et abrite près de 65 % de la population totale. Il comprend les milieux naturels parmi les plus riches et diversifiés du pays et présente un intérêt économique et écologique majeur pour le devenir des populations côtières et du pays lui-même. Or le littoral est aujourd'hui fortement menacé par des phénomènes naturels mais également par les activités humaines.

L'objectif de ce projet était d'analyser la pertinence et la faisabilité d'une gestion intégrée du littoral et de ses ressources naturelles renouvelables, au regard du cas de deux littoraux malgaches, à l'Est et au Sud-Ouest de l'île. Ce mode particulier de gouvernance des espaces naturels est à ce jour essentiellement associé au littoral sous la dénomination « Gestion Intégrée des zones côtières » - GIZC. Ceci n'est pas anodin. Il y a une complémentarité, une solidarité entre les écosystèmes, solidarité écologiquement utile, mais aussi économiquement et socialement indispensable à la survie des populations locales (la pêche vient par exemple compenser la faible production agricole suite notamment à l'irrégularité des pluies et ainsi éviter une crise alimentaire bien plus grave). Maintenir la diversité, l'état, et les complémentarités entre les ressources est une condition de la productivité du littoral malgache. Il s'agit d'un enjeu majeur pour le pays, qui est confronté au double impératif de préserver la biodiversité et de lutter contre la pauvreté; ces deux impératifs étant corrélés.

En dépit de l'importance du littoral et des menaces pesant sur lui, la conservation des écosystèmes littoraux a tardé à être considérée comme une priorité à Madagascar. Il a cependant fallu attendre 2010 pour qu'un décret institutionnalise la GIZC à Madagascar. Comment organise-t-il la gouvernance du littoral ? Comment définit-il celui-ci ? Se substitue-t-il aux outils généraux existants ? Les intègre-t-il pleinement dans la gestion du littoral ? De quelle manière ? Ou bien en exclue-t-il toute application ?

Sauf à reconsidérer la définition du littoral, force est de constater que les pressions anthropiques altèrent la résilience de l'ensemble des écosystèmes fragiles et uniques de la grande île. La GIZC, promue par les scientifiques et soutenue par la communauté internationale, est-elle pour autant un modèle envisageable, durable et généralisable à l'ensemble du territoire et à ses spécificités locales ?

La solidarité entre les espaces terrestres et marins peut en effet être raisonnée selon les mêmes termes entre les espaces agricoles, lacustres ou forestiers dont la gestion durable est entravée par la prédominance de mesures sectorielles de portée limitée. La gestion intégrée des ressources naturelles



pourrait-elle être socialement, écologiquement, politiquement, économiquement et juridiquement être envisagée à Madagascar ?

Divers instruments de portée générale d'ores et déjà existant sont susceptibles d'être utilement employés pour assurer la mise en œuvre d'une telle gestion. Parmi eux, la gestion locale sécurisée des ressources naturelles renouvelables, dite loi Gelose, renforce le rôle des acteurs locaux. D'autres instruments, relatifs notamment à la mise en place des Nouvelles Aires Protégées (NAP) –pourraient également être mobilisés dans une perspective de gestion intégrée des RNR.

Cet arsenal reste cependant inachevé. Les modalités d'application juridiques, économiques et techniques des instruments de la gestion intégrée des RNR demeurent lacunaires et imprécises. Leur application reste restreinte et peu étudiée. Ainsi, le lien entre réglementation, contrats et sanctions ne permet pas d'évaluer la pertinence des mesures d'encadrement mises en œuvre et leur applicabilité. Seules des hypothèses et quelques pistes théoriques ou expérimentales peuvent pour l'instant être formulées.

Il importe aujourd'hui de combler les multiples lacunes dans la connaissance et la compréhension des tenants et des aboutissants de la gestion intégrée des RNR, et au-delà d'en tirer les enseignements utiles pour le développement durable de Madagascar. Ceci est indispensable et urgent. Dans le contexte de la promotion des politiques de décentralisation et de déconcentration, des débats sur les attributions respectives des autorités et des populations locales en matière de gestion des RNR, et de la floraison désordonnée d'outils virtuels ou destructurants, la consolidation d'une réflexion propre à la gestion intégrée des RNR est un préalable susceptible de contribuer au renforcement de l'effectivité et de l'efficacité des mesures prises en matière de politique environnementale à Madagascar.

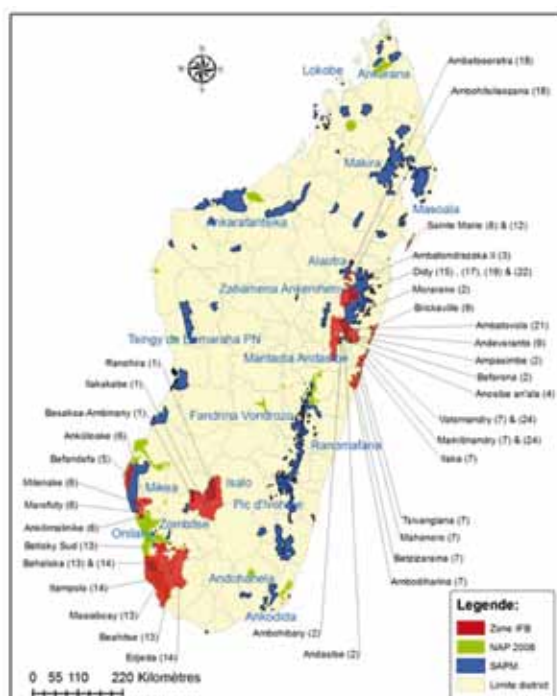


Figure 1 : Localisation des terrains d'étude



Figure 2 : Représentation schématique des zones côtières et marine de Madagascar

➤ Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Philippe Karpe : [philippe.karpe@cirad.fr](mailto:philippe.karpe@cirad.fr)

# ANALYSE SPATIALE DES MILIEUX ET DE LA BIODIVERSITÉ POUR UNE GESTION DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT RÉGIONAL : RÉGION D'ALAOTRA-MANGORO (MADAGASCAR) ET DE L'ÎLE DE MOHÉLI (COMORES).

PROJET COORDONNÉ PAR BERNARD RIERA<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR BERNARD RIERA<sup>1</sup> ET ROGER EDMOND<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> MNHN, UMR MÉCANISMES ADAPTATIFS : DES ORGANISMES AUX COMMUNAUTÉS, PARIS

<sup>2</sup> UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO, FACULTÉ DES SCIENCES, DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE VÉGÉTALES, MADAGASCAR

## OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de cette étude, il était prévu une caractérisation de différents milieux et de leur biodiversité dans une réserve de la région d'Alaotra (Complexe d'Aires Protégées de Zahamena, Madagascar) et dans l'île de Mohéli (Comores), notamment pour l'aide à la décision dans les aménagements locaux. Cette caractérisation portait sur la composition floristique et la structure forestière de différentes formations végétales incluse dans les zones d'études. Une amélioration de la classification des images satellites était prévue pour analyser les corrélations avec des données de terrain et notamment l'indice foliaire (LAI).

Les zones d'études choisies sont des espaces qui subissent une dégradation forte de l'environnement. Alaotra est une région à forte vocation agricole et minière, qui subit une pression humaine très importante. Sur l'île de Mohéli, les dégradations sont notamment dues à une densité de population élevée, alors que les connaissances sur ses écosystèmes sont très limitées. Un inventaire écologique et une cartographie de la végétation sont donc importants pour éclairer la gestion des aménagements dans ces territoires.

## PRINCIPAUX RÉSULTATS

1° Une caractérisation écologique des forêts étudiées (côté oriental et côté occidental de Zahamena et Mohéli/Comores) a été faite avec les données suivantes :

- 】 Définitions de certains groupements végétaux (en particulier selon l'altitude des relevés écologiques) avec leur structure et les données dendrométriques (pour l'estimation de la biomasse) ;
- 】 Composition floristique de chaque groupement ;
- 】 Profils et cartes LAI sur chaque parcelle de relevé ;
- 】 Ces groupements ont été comparés floristiquement entre eux avec le logiciel R afin de pouvoir comparer plus tard ces données avec le LAI.

Sur le complexe d'aires protégées de Zahamena (région d'Alaotra) cinq types de végétation forestière (une forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude à feuillages sclérophylles, une forêt de crête, une forêt sur replat, une forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude, une forêt de bas versant) ont pu être caractérisé par leurs compositions floristiques et leur structure. Sur Mohéli les données sont en cours de dépouillement.

2° Classification d'occupation de sol et détection de changements du Complexe d'Aires Protégées de Zahamena (objet du mémoire de DEA de Tahiana Ratsimbazafy soutenu en 2009 à l'IOGA, Université d'Antananarivo).

L'intérêt de cette étude réside sur l'étude de la dynamique un peu particulière de l'écosystème de la région afin de mieux comprendre l'interaction entre la vie des forêts et l'exploitation imposée par l'Homme pour ses divers besoins. On a utilisé pour cela trois images du satellite Landsat prises à la même saison et datées respectivement de 1993, 2000 et 2005. La détection de changement a été entreprise à partir des 2 images de l'année 1993 et 2005. On a surtout mis en évidence la dégradation des forêts face à l'évolution des mosaïques de cultures. Une image polarimétrique de la zone a été aussi traitée pour vérifier son apport d'informations sur l'étude structurale des forêts

3° Amélioration de la classification de la zone d'étude par la méthode de fusion d'images et par la méthode de classification orientée objet en utilisant des images à haute résolution spatiale (SPOT-5). Les



Végétation à Moheli dans la zone sèche.

informations spatiales contenues dans l'image panchromatique (2.5 m de résolution) ont été intégrées dans l'image multispectrale (10 m de résolution) à l'aide d'une opération de fusion d'images pour avoir simultanément dans une seule image les informations spatiales et spectrales contenues dans les images d'origine. Cette combinaison d'informations a été ensuite soumise à une classification orientée-objet afin d'obtenir une image classifiée de meilleure précision. La relation des valeurs spectrales avec l'indice foliaire (LAI) a été davantage précisée.

4°/ Corrélations entre le LAI et les paramètres spectraux de l'image SPOT-5. Cette étude permet d'établir des cartes de LAI sur la zone d'étude qui constitueront des informations pertinentes permettant d'estimer la quantité de la biomasse et le taux de séquestration de carbone.

5°/ Etude de la séquestration de carbone en forêt humide de basse altitude : sur la base des relations allométriques de la région et en fonction des types de végétation observés, le stock de carbone varie de 16 à 160 tonnes à l'hectare pour la partie épigée.

6°/ Contribution de la télédétection et des SIG au suivi de l'environnement et des risques naturels sur les îles Comores. La pression anthropique sur la végétation se traduit par des défrichements importants, les observations réalisées ont permis de déterminer le niveau de dégradation de la végétation et d'occupation du sol : élément déterminant dans l'analyse des risques environnementaux (progression des plantes envahissantes, érosion importante, ...).

#### ACTIVITÉS DE DIFFUSION ET DE FORMATION DU PROJET

1°/ Présentations lors du colloque International sur « L'évaluation environnementale pour la gestion des ressources naturelles », Université d'Antananarivo, 14-15 octobre 2010.

2°/ Participations à l'atelier scientifique SNGF (Silo National des Graines Forestières) : « Exploitation des acquis de la recherche pour une meilleure gestion des forêts » du 19 au 21 octobre 2011, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo.

3°/ Conférences données par des missionnaires à Madagascar (aux étudiants de l'Institut Observatoire et Géophysique d'Antananarivo (IOGA)) et aux Comores.

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Bernard Riera : [riera@mnhn.fr](mailto:riera@mnhn.fr)





## GRADIENTS LATITUDINAUX ET ALTITUDINAUX DES COMMUNAUTÉS DE BRYOPHYTES DE L'OUEST DE L'OcéAN INDIEN (BRYOLAT).

PROJET COORDONNÉ PAR DOMINIQUE STRASBERG<sup>1</sup> ET CLAUDINE AH PENG<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR CLAUDINE AH PENG<sup>1</sup> ET MARLINE LOVANOMANAJAHARY<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION, UMR PEUPELEMENTS VÉGÉTAUX ET BIOAGRESSEURS EN MILIEU TROPICAL (PVBMT), LA RÉUNION

Les îles du Sud-Ouest de l'océan Indien ont été répertoriées en tant que *hotspots* de biodiversité mondiale. A l'échelle régionale, nous proposons d'explorer les mécanismes écologiques et historiques responsables de cette richesse spécifique élevée en nous intéressant à un groupe biologique peu étudié : les bryophytes. L'étude écologique de la diversité et de la distribution de ce groupe le long de gradients altitudinaux a permis d'accroître significativement les connaissances taxonomiques sur ce groupe difficile. Elle permet aussi à l'échelle locale, de quantifier précisément les caractéristiques écologiques des habitats colonisés par ces communautés végétales.

Les bryophytes sont des candidats idéaux pour répondre à ces questions écologiques et évolutives par leur ubiquité, leur facilité de dispersion (études comparatives au sein d'une même zone géographique), leur sensibilité aux changements climatiques (reflet des changements passés) et leur phase haploïde dominante (utilisation de marqueurs moléculaires neutres).

Une première étude altitudinale à La Réunion réalisée sur une coulée volcanique de 1986 (Ah-Peng *et al.* 2007) a été complétée par la réalisation d'un gradient altitudinal sur le Piton des Neiges, le plus haut sommet de l'île (3070 m). Nous avons également échantillonné les montagnes situées aux Comores (Karthala, février 2008), du Kenya (Mont Kenya, juillet 2008) et à Madagascar (gradient altitudinal de la réserve de Marojejy en novembre 2009). Ces études ont généré des connaissances nouvelles sur la diversité et distribution des bryophytes le long de ces transects. La distribution des espèces semble fortement liée à leurs traits de vie (sexualité, dispersion...), mais également à la structuration, la complexité et la diversité de leurs habitats. L'optimum de diversité pour les bryophytes à La Réunion se situe dans les forêts de nuage où s'accumule également un nombre important d'espèces rares. Des études sur l'assemblage des communautés de bryophytes le long du gradient de La Réunion, montrent une forte spécialisation des familles de bryophytes vis à vis des microhabitats et de l'altitude; dans le futur ces analyses permettront de mieux comprendre les mécanismes de formation et de maintien de la diversité en milieu tropical par une approche régionale et phylogénétique.

Cette collaboration avec les équipes locales malgaches et internationales (France, Kenya, Afrique du Sud) a renforcé les coopérations de recherche dans la zone océan Indien. La formation d'étudiants malgaches à la bryologie tropicale ainsi que les échanges d'étudiants (master et doctorants) et les collaborations entre les différents partenaires se sont pérennisées et ont permis de former un groupe de recherche interdisciplinaire et international pour l'étude de la diversité et distribution bryologique dans ces îles de l'océan Indien. La flore de Madagascar reste encore mal connue pour les plantes non vasculaires que sont les mousses, hépatiques et les anthocérotes. Cette bryoflore fait actuellement l'objet de deux thèses qui ont été initiées dans le cadre de ce projet.

A ce jour, le projet BRYOLAT a généré 17 articles de rang A, 13 communications orales à des congrès nationaux, internationaux et séminaires, 2 articles de vulgarisation ainsi qu'un guide de terrain sur les bryophytes de La Réunion et une exposition photographique pour le grand public. Forts de cette expérience, nous avons proposé et obtenu un projet ANR NETBIOME, appelé MOVECLIM qui s'attachera à étendre l'expérience acquise dans les îles de l'océan Indien aux îles de l'océan Atlantique (Antilles, Canaries, Azores) et de l'océan Pacifique (Polynésie française) en utilisant les bryophytes comme indicateurs du changement climatique le long des montagnes hautes de ces îles océaniques.

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Dominique Strasberg : [umrc53@univ-reunion.fr](mailto:umrc53@univ-reunion.fr), ou Claudine Ah Peng : [claudine.ahpeng@gmail.com](mailto:claudine.ahpeng@gmail.com)



Bryoflore de l'océan Indien et l'équipe Bryolat



A close-up photograph of a lemur hanging from a tree branch. The lemur has a dark brown face and chest, with white fur on its body and limbs. It is looking directly at the camera with large, light-colored eyes. The background consists of green leaves and a brown tree branch.

JEUDI 15 DÉCEMBRE

**SESSION 3**

**CONSERVATION  
ET GESTION DURABLE  
DE LA BIODIVERSITÉ**

# BIODIVERSITÉ, RESSOURCES ET CONSERVATION DES RÉCIFS CORALLIENS DE LA RÉPUBLIQUE DES MALDIVES.

PROJET COORDONNÉ PAR SERGE ANDREFOUET<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR PHILIPPE BORSA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> IRD, UR BIOCOPLEXITÉ DES ECOSYSTÈMES CORALLIENS DE L'INDO-PACIFIQUE (COREUS), NOUVELLE-CALÉDONIE

<sup>2</sup> IRD, UR BIOCOPLEXITÉ DES ECOSYSTÈMES CORALLIENS DE L'INDO-PACIFIQUE (COREUS), MONTPELLIER

As a partnership between 4 main institutions and programs, the *Biodiversity, resources and conservation of the coral reefs of Republic of Maldives* project, funded by FRB-AIRD-CNRS (100K€, produced between 2008 and 2011) a series of significant positive outcomes for Baa atoll. Baa atoll was the focal study site since it was targeted by United Nations Environmental Program as a major conservation target, listed in 2011 as a new UNESCO Biosphere Reserve. The main outcomes of the project are:

- 】 From a one month expedition in Baa Atoll (May-June 2009) and from 31 sampled sites, updated species list for fish, coral, macro-algae, benthic macro-invertebrates, hydrozoans, and thus updated biodiversity knowledge for Baa atoll coral reefs,
- 】 Enhanced knowledge on coral reef biodiversity in the Central Indian Ocean. The Baa study complemented previous knowledge available from Western, Central and Eastern Indian Ocean locations. In particular for algae and hydrozoans, more than a hundred of species were new records for Maldives (113 for algae, 100 for hydrozoans). Selected species of fish and hydrozoans sampled for genetics analyses should also shed new lights on evolutionary processes in the Indian Ocean, by comparison with other areas already sampled.
- 】 For the first time to our knowledge, the sampling was designed so that the different taxa were inventoried on exactly the same sites, using a habitat based stratified sampling scheme. This sampling opened fresh perspectives for biodiversity conservation planning strategies.
- 】 New habitat typology and habitat maps for Baa atoll achieved from Quickbird high resolution remote sensing images.
- 】 Conservation plans achieved by optimization procedures constrained by habitats maps and biodiversity maps, both providing new spatially-explicit data for Maldives. Conservation criteria were related to the representation of habitats and/or species inventoried in a network of Marine Protected Areas. The scenarios were in agreement with previous recommendations made by the Atoll Ecosystem Conservation Project using other data sets and more empirical approaches, thus mutually strengthening the conclusions on conservation strategies.
- 】 Development of specific methodological aspects for conservation planning science (surrogacy, by testing habitats as surrogates of species biodiversity), applied for the first time in an atoll environment.
- 】 A testing ground for new spatial approaches for biodiversity and conservation planning that can now be implemented in other areas.
- 】 Baa atoll biodiversity databases and GIS layers available to all partners of the projects.
- 】 Enhanced capacities in Maldives, by participation of Maldivian scientists and technicians to taxonomic inventories, habitat mapping, and publication writing.
- 】 Enhanced expertise and knowledge for Maldivian, French and South African scientists, by accessing a new research site and exchanging experiences, with a total of 16 scientists involved in data collection in the field.
- 】 A specific volume of the Smithsonian Institute journal *Atoll Research Bulletin* to be published in late 2011 or early 2012, including 13 papers. Additional publications are in preparation for other biology, ecology and conservation journals.

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Serge Andrefouet : [serge.andrefouet@ird.fr](mailto:serge.andrefouet@ird.fr),  
ou Philippe Borsa : [philippe.borsa@ird.fr](mailto:philippe.borsa@ird.fr)



# CONSERVATION, PHYLOGÉOGRAPHIE ET GÉNÉTIQUE DE LÉMURIENS DANS DES HABITATS FRAGMENTÉS DE MADAGASCAR ET DE L'ARCHIPEL DES COMORES.

PROJET COORDONNÉ PAR LOUNÈS CHIKHI<sup>1</sup> ET BRIGITTE CROUAU-ROY<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR LOUNÈS CHIKHI<sup>1</sup> ET CLÉMENT RABARIVOLA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> CNRS, LABORATOIRE EVOLUTION ET DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, TOULOUSE  
<sup>2</sup> UNIVERSITÉ DE MAHAJANGA, MADAGASCAR

Notre projet s'est concentré sur deux groupes de lémuriens, les propithèques (genre *Propithecus*) et les eulemurs (genre *Eulemur*), dans le cadre d'une problématique de recherche qui aborde des aspects à la fois théoriques et appliqués (en conservation), avec un important objectif de collaboration universitaire et de formation d'étudiants.

Pour les propithèques nous souhaitons comprendre dans quelle mesure l'espace pouvait influencer la différenciation génétique entre populations et la diversité à l'intérieur des populations ou, plus exactement, des groupes d'individus échantillonnés dans des fragments forestiers. Pour cela le travail consistait en (i) l'échantillonnage de matériel non-invasif (fèces), (ii) l'extraction d'ADN à partir des cellules de lémurien présentes dans les fèces, (iii) leur génotypage, et (iv) leur analyse statistique.

Pour les eulemurs, nous souhaitons comprendre (i) l'origine géographique de eulemurs des Comores (quelle était l'espèce malgache qui avait servi de source, et s'agissait-il d'une seule espèce ou de plusieurs introductions ayant produit des hybrides), (ii) le polymorphisme de pelage observé à Mayotte (différent de celui observé chez plusieurs espèces de Madagascar) était-il corrélé à des patrons de diversité de gènes impliqués dans la couleur du pelage (mélanocortine).

Une thèse avait déjà débuté sur le propithèque de Tattersall (*P. tattersalli*) lorsque le projet a commencé et a été soutenue en juin 2009. Cette thèse a bénéficié du soutien de la FRB. Pour les eulemurs, plusieurs espèces ont été échantillonnées, dont notamment des individus de Mayotte. Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont également bénéficié d'autres financements qui ont permis globalement de publier huit articles dans des revues de rang A (auxquelles s'ajoutent quatre articles soumis). Deux



Photo 1 : lémurien (propithèque à couronne dorée ou propithèque de Tattersall, *Propithecus tattersalli*, copyright Erwan Quéméré)

logiciels de simulations ont été produits et divers posters et présentations orales ont permis de diffuser les résultats de ces travaux, au niveau national et international.

Globalement, les objectifs et résultats correspondants du projet peuvent être résumés de la façon suivante :

】 **Augmenter l'échantillonnage de *P. tattersalli* pour l'étude de sa structure sociale, et de la structuration génétique.** Plus de 400 individus ont été échantillonnés sur l'ensemble de la distribution de l'espèce, dont 230 ont été génotypés pour un minimum de 13 marqueurs microsatellites. Les données génétiques ont permis de montrer que les populations de *P. tattersalli* présentent un niveau de variabilité relativement élevé avec des hétérozygoties de l'ordre de 0.75. Le niveau de différenciation entre fragments est assez faible ou moyen, ce qui suggère que les populations ne sont pas très isolées. Une analyse plus fine a permis d'identifier deux principaux groupes ou *clusters* génétiques. Le résultat le plus marquant est que ces deux *clusters* correspondent aux échantillons prélevés de chaque côté de la rivière Manankolana qui traverse la région. En revanche, la route nationale (RN5A) qui traverse aussi la région ne semble pas représenter de barrière claire aux flux génétiques. Il apparaît aussi qu'un des fragments forestiers du nord de la distribution ait souffert de la fragmentation de l'habitat. En effet, l'analyse montre que ce fragment représente un 3<sup>e</sup> *cluster*.

】 **Estimer les tailles de populations dans des fragments de tailles variables, ainsi que la taille de la population totale.** Avant notre travail, une seule étude avait été réalisée en 2000 et suggérait que l'espèce comptait entre 6000 et 10 000 individus. Notre travail suggère qu'il y aurait au minimum 11 000 individus (dans les fragments explorés) et probablement, si on extrapole ces chiffres à l'ensemble de l'aire de répartition, à plus de 18 000 individus. Par ailleurs, nous avons observé de fortes variations de densité de populations entre fragments, allant d'environ 30 à 90 individus par km<sup>2</sup>. Les densités les plus fortes sont observées au centre de la distribution, dans des fragments (Tsahararitsaka et Benanofy) qui devraient absolument être protégés mais ne sont pas inclus dans la



Photo 2 : lémurien (propithèque à couronne dorée ou propithèque de Tattersall, *Propithecus tattersalli*, copyright Erwan Quéméré)

Station Forestière à Usage Multiples, qui garantit qu'aucune exploitation minière ne peut être menée. Il apparaît donc comme urgent de placer ces fragments dans la SFUM, avant que des compagnies minières ne commencent à exploiter des mines dans ces fragments.

- 】 **Reconstruire certains aspects de l'histoire démographique des populations de propithèques.** Nous avons mis en évidence un fort signal de goulot d'étranglement dans les populations de *P. tattersalli*, quelle que soit la stratégie d'échantillonnage utilisée ou les *clusters* génétiques échantillonnés. Il semble donc que les populations de *P. tattersalli* aient subi un goulot d'étranglement dans leur passé récent. Une datation approximative suggère que cet événement aurait eu lieu il y a entre 3000 et 6000 ans. L'événement responsable de cette décroissance démographique ne semble donc pas directement lié à la déforestation récente, ni aux premiers hommes arrivés sur l'île, mais à des événements plus anciens, peut-être liés à des épisodes de sécheresse qui se sont déroulés au cours de l'holocène et qui ont réduit de manière significative l'aire de distribution de l'espèce.
- 】 **Développer des méthodes d'inférence statistique basées sur l'approche ABC** (Approximate Bayesian Computation) pour étudier des modèles complexes incluant des phénomènes de fragmentation, des mélanges de populations, et des goulots d'étranglements. Nous avons développé des outils de simulation qui permettent de simuler des données génétiques et de faire de l'inférence statistique. Deux logiciels ont été publiés en collaboration avec d'autres projets.
- 】 **Mettre en place un travail de comparaison entre espèces de propithèques du nord et nord-ouest de Madagascar.** Nous avons réussi, notamment grâce à d'autres soutiens financiers, à échantillonner et à estimer les tailles de populations de deux autres espèces : le propithèque couronné (*P. coronatus*) et le propithèque de coquerel (*P. coquereli*). Ces travaux sont en cours d'analyse et suggèrent que les Propithèques couronnés survivent à d'assez fortes densités et que les populations pourraient dépasser les dizaines de milliers sur l'ensemble de l'aire distribution de l'espèce. Pour les *P. coquereli*, les données sont en cours d'analyse.
- 】 **Former des étudiants malgaches et français** aux méthodes d'échantillonnages non invasifs, aux estimations de densité et de taille de population. Au total, huit étudiants de Master ont été (ou sont actuellement) formés (deux français et six malgaches). Des conférences et modules de génétique des populations et de la conservation ont été présentés à l'Université de Mahajanga et à Antananarivo.
- 】 **Comprendre la diversité génétique et l'origine des eulémurs de Mayotte.** De manière générale les travaux sur les eulémurs ont moins avancé du fait de la difficulté d'obtenir des échantillons (les eulémurs sont souvent chassés tandis que les propithèques sont souvent protégés "fady" et donc plus faciles à approcher). La stratégie d'échantillonnage requérait que les eulémurs soient capturés. Au total une centaine d'individus de Mayotte et une soixantaine d'individus de Madagascar (*E. fulvus* (n=50) et *E. rufus* (n=10) de l'est et de l'ouest) ont été génotypés sur 19 marqueurs microsatellites. Les données sont en cours d'analyse. En revanche le séquençage de l'ADN mitochondrial a permis de montrer qu'il existe deux principaux haplotypes mitochondriaux à Mayotte qui suggèrent une origine à partir de *E. fulvus* de la région au nord de Mahajanga, mais les données microsatellites suggèrent également une introgression à partir de *E. rufus*. Cela suggère une origine mixte et intéressante pour les eulémurs de Mayotte.
- 】 **Tester l'existence d'une corrélation phénotype/génotype pour la couleur du pelage** chez les eulémurs de Mayotte, mais les résultats suggèrent une absence de corrélation avec le gène de la mélanocortine.

】 Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Lounès Chikhi : [chikhi@cict.fr](mailto:chikhi@cict.fr)



# POUR UNE GESTION DURABLE DES BAOBABS ET DES ÉCOSYSTÈMES À BAOBABS DES ÎLES DE L'Océan Indien : APPROCHE DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, DES USAGES ET DES REPRÉSENTATIONS DES ESPÈCES DU GENRE *ADANSONIA* À MADAGASCAR, AUX COMORES ET À MAYOTTE (BAMACO).

PROJET COORDONNÉ ET PRÉSENTÉ PAR PASCAL DANTHU<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> CIRAD, URP FORÊTS ET BIODIVERSITÉ, MADAGASCAR

Les baobabs (genre *Adansonia*) sont, à Madagascar et aux Comores, des espèces emblématiques et patrimoniales. Six des huit espèces connues sont endémiques de la Grande Ile. Or, trois d'entre elles (*A. grandidieri*, *A. suarezensis* et *A. perrieri*) sont considérées par l'UICN comme menacées d'extinction, essentiellement par les pratiques humaines (déforestation, défriche-brûlis) ou par des modifications plus globales de leur environnement (changements climatiques). Face à ces menaces et compte tenu du peu de connaissances disponibles sur ces espèces et sur les écosystèmes qui les abritent, le projet s'est donné pour mission d'obtenir des informations objectives afin de poser les bases scientifiques d'une conservation et d'une gestion durable de ces espèces adaptées à leur spécificités biologiques et qui prennent en compte les représentations, les usages et les besoins des populations locales.

Le projet est porté par une équipe multidisciplinaire et multi-institutionnelle basée à Madagascar et aux Comores. Il s'appuie sur de fortes compétences d'équipes de France métropolitaine. Il est articulé autour de cinq axes de recherche : (i) place et fonctionnement biologique des baobabs dans les écosystèmes ; (ii) diversité génétique et adaptations éco physiologiques des baobabs ; (iii) relations entre baobabs et quelques espèces associées ; (iv) les baobabs envisagés comme source de molécules utiles ; (v) pratiques humaines, usages et représentations liées aux baobabs.

Le projet a pu montrer que les baobabs malgaches présentent des variations importantes sur l'ensemble de leurs traits de vie. La distinction entre les espèces de la section des Brevitubae (*A. grandidieri* et *A. suarezensis*), et celles de la section des Longitubae (*A. rubrostipa*, *A. madagascariensis*, *A. za* et *A. perrieri*) est signifiante. Ceci implique la mise en œuvre différenciée des modalités de gestion durable.

Par de très nombreuses missions d'échantillonnage, en partie guidées par l'analyse d'images satellites à très haute résolution, le projet a précisé les aires de présence des différentes espèces. Il a aussi mis en évidence que les espèces de Longitubae sont souvent sympatriques. Un suivi phénologique réalisé pendant trois années sur des placettes de suivi permanent installées au début du projet, a montré que l'ensemble des espèces mettent leurs feuilles avant le début de la saison humide (à partir de septembre). Les Brevitubae fleurissent en saison sèche. Pour les Longitubae, la floraison se fait en saison humide, mais avec des variations interannuelles importantes qui permettent le recouvrement des périodes de floraison, et donc de pollinisation, de l'ensemble des espèces.

Ce constat conforte la mise en évidence d'un processus d'échanges génétiques interspécifiques. En utilisant des marqueurs cytoplasmiques et nucléaires et en identifiant des allèles diagnostics de chaque espèce, la présence d'hybrides interspécifiques et d'individus introgressés a pu être confirmée. Cependant, toutes les espèces sont bien différenciées. Les Brevitubae se distinguent nettement des Longitubae qui se différencient bien entre elles, indiquant une séparation ancienne. Trois espèces, *A. madagascariensis*, *A. za* et *A. perrieri* sont proches génétiquement avec des particularités partagées, alors que *A. za* se distingue nettement des autres espèces. Pour les Longitubae exclusivement, des hybridations interspécifiques ponctuelles et assez récentes mais aussi des cas d'introggression plus anciens ont été mis en évidence (Figure 1). En particulier, dans une zone précise du nord de l'île, des populations combinant les caractéristiques morphologiques de *A. za* et de *A. perrieri* sont présentes en l'absence actuelle des formes parentales. Des comparaisons de traits foliaires reflétant l'aptitude des espèces à supporter la sécheresse ont été effectuées entre espèces et entre populations d'une même espèce, introgressées ou non. Elles montrent une assez bonne corrélation avec les conditions écologiques des aires de présence

des diverses espèces ainsi que des différences au sein d'une espèce entre populations introgressées ou non, mais sans qu'il soit possible de distinguer les effets génétiques de la plasticité des espèces.

L'hybridation et l'introgression génétique entre Longitubae implique l'action de pollinisateurs communs aux différentes espèces. Des suivis entomologiques ont permis de préciser que pour les quatre espèces de Longitubae, les principaux pollinisateurs sont des papillons de la famille des Sphingidae dont la longueur de la trompe doit être adaptée à la morphologie des fleurs de Longitubae. Quatre espèces candidates ont été identifiées : *Agrius convolvuli*, *Coelonia solani*, *C. fulvinotata* et *Xanthopan morgani*. Les Brevitubae dont les étamines sont beaucoup plus courtes sont pollinisées par les chauves-souris et d'autres espèces de sphinx. La composition des parfums émis par les fleurs semblent différencier les deux sections. Les parfums de fleurs de Longitubae sont caractérisés par la présence de molécules à noyau aromatique (en particulier le phényl acétonitrile) à l'odeur agréable au nez humain, alors que les fleurs des Brevitubae émettent des composés volatils moins odorants tels que des molécules aliphatiques (8-heptadécène).

Les cabosses de baobab contiennent une pulpe riche en vitamine C, calcium, fer et de grosses graines oléagineuses au tégument dur responsable d'une forte inhibition tégumentaire, en particulier chez les Longitubae. Les deux espèces de Brevitubae sont caractérisées par des graines à teneur en huile élevée (entre 35 et 45 %). Ces caractéristiques semblent indiquer une aptitude à la zoochorie, vraisemblablement par de grands vertébrés. Or une ancienne hypothèse émise par Perrier de la Bâthie voudrait que la faible régénération naturelle des baobabs malgaches soit due à la disparition, à l'époque historique, de leur disperseurs naturels (*Aepyornis spp.*, *Archaeolemur spp.*, ou la tortue géante, *Aldabrachelys gigantea*). Pour vérifier cette hypothèse, des expérimentations ont été effectuées sur des animaux apparentés aux espèces éteintes, en particulier *Aldabrachelys abrupta*. Les premiers résultats montrent que les tortues géantes ont pu être de bons disperseurs, mais qu'aujourd'hui, des espèces introduites par l'Homme (zébus, potamochères) peuvent assurer une dispersion aussi efficace que leurs homologues disparus.

Les actions anthropiques sur les baobabs semblent nombreuses et parfois contradictoires. Les populations malgaches (en particulier sakalava) vénèrent de nombreux baobabs sacrés, supports de cultes liées à la maternité et à l'enfant. Les baobabs, intrinsèquement forestiers, sont aussi les seuls arbres que les paysans épargnent lors des opérations de défriche-brûlis (*hatsake*)... Mais le devenir de ces arbres « hors forêts » est incertain (et en cours d'étude).

Concernant les menaces plus globales liées aux changements climatiques, des prédictions concernant l'aire de distribution future des espèces ont pu être établies, après avoir défini les futures niches écologiques des baobabs, selon plusieurs scénarios climatiques. La figure 2 montre que *A. grandidieri*, bien adapté aux climats secs et chauds, semble peu affecté par l'augmentation des températures et la baisse des précipitations prévues dans le sud de Madagascar. Par contre *A. suarezensis*, espèce la plus septentrionale, pourrait disparaître totalement dans moins de cinquante ans.

Ainsi les résultats de ce projet permettent de mieux identifier le patrimoine génétique des baobabs malgaches, de mieux comprendre leur fonctionnement biologique au sein des écosystèmes qui les abritent, de pouvoir anticiper les impact des pratiques humaines et ainsi, de proposer des adaptations du réseau d'aires protégées et des modes de gestion aptes à assurer la protection, la valorisation et la sauvegarde *in* ou *ex-situ* de ces espèces.

Il est à noter que ce projet a été le support de nombreux travaux d'étudiants malgaches (huit thèses soutenues ou en cours) et de plusieurs articles dans des revues scientifiques à facteurs d'impact. Il a donné lieu à une valorisation grand-public par la réalisation d'un film, « Baobabs entre ciel et terre », primé dans plusieurs festivals du film documentaire, et à une grande exposition itinérante qui sera inaugurée en novembre 2011 à Antananarivo.

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Pascal Danthu : [danthu@cirad.mg](mailto:danthu@cirad.mg)



JEUDI 15 DÉCEMBRE





## CONSERVATION ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES OISEAUX MARINS DE L'OCÉAN INDIEN OCCIDENTAL TROPICAL.

PROJET COORDONNÉ PAR MATTHIEU LE CORRE<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR MATTHIEU LE CORRE<sup>1</sup> ET ETIENNE BEMANAJA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION, LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE MARINE (ECOMAR)  
<sup>2</sup> CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES (CNRO), NOSY BE, MADAGASCAR

L'objectif de notre programme de recherche était d'évaluer le statut de conservation et les services écosystémiques rendus par les oiseaux marins de l'océan Indien occidental tropical, dans trois situations nationales très contrastées : Madagascar, les Seychelles et la France (Îles Eparses). Le statut de conservation a été évalué lors de missions de terrain en recensant les colonies et les menaces liées à l'action de l'homme sur les lieux de reproduction, et en réalisant une analyse historique des données antérieures quand elles existaient, pour évaluer les tendances démographiques.

Les Îles Eparses abritent 40 % des oiseaux marins de l'océan Indien occidental. Les oiseaux marins ne subissent aucun impact direct de l'homme dans ces îles, qui sont intégralement protégées. En revanche, certaines espèces sont impactées par les invasions biologiques. Des projets écotouristiques existent et notre programme a permis d'en évaluer, en collaboration avec les TAAF, les potentialités et les impacts sur les oiseaux marins. Une cartographie des zones d'intérêt et des zones sensibles a été proposée pour chaque île et des recommandations ont été faites pour limiter l'impact des visites touristiques sur les oiseaux marins et leurs habitats. Ces recommandations ont été suivies et testées lors de deux rotations du Marion Dufresne (2009 et 2011) à bord duquel il y avait un groupe de touristes accompagnés de leurs guides.

Les Seychelles abritent 45 % des oiseaux marins de la région, mais la situation de conservation y est plus contrastée. Certaines îles sont intégralement protégées et indemnes de prédateurs introduits alors que d'autres font l'objet d'une collecte des œufs industrielle, au dessus du seuil de durabilité que nous avons estimé par une analyse modélisatrice. Plusieurs îles des Seychelles ont une activité écotouristique forte centrée notamment sur les oiseaux marins, ce qui génère des revenus et des emplois locaux. Enfin Madagascar n'abrite que 0,6 % des oiseaux marins de la région, mais nos missions de terrain ont permis de découvrir plusieurs colonies très importantes à l'échelle du pays. Une analyse socioéconomique menée dans plusieurs populations côtières vivant à proximité de colonies d'oiseaux marins a montré que les villageois côtiers ont une utilisation très forte des oiseaux marins (collecte des œufs, des poussins et des adultes pour l'alimentation ou des rites magiques), mais que cette utilisation est généralement non régulée et conduit au déclin des colonies d'oiseaux marins. La situation de conservation des oiseaux marins y est globalement catastrophique et les populations périssent, sauf dans trois sites que nous avons étudiés pendant le programme.

Le premier site est Nosy Vé (sud-ouest malgache), une île sacrée bénéficiant d'une gestion communautaire. La population d'oiseaux marins qui y niche depuis le début des années 1980 y est florissante et constitue un attrait touristique notable. Des visites écotouristiques partent chaque jour du village côtier d'Anakao ce qui bénéficie à la communauté locale et aux piroguiers qui transportent les touristes. La population de paille en queue à brins rouges poursuit sa croissance exponentielle avec 345 couples en juillet 2011. C'est la seule colonie de reproduction de cette espèce à Madagascar et une des plus dynamiques dans l'océan Indien. Une analyse de la situation montre les avantages (économiques et en terme de conservation) mais aussi les limites (mauvais partage des bénéfices, faible niveau de formation des guides ce qui limite l'intérêt des visites) de ce mode de gestion communautaire. Des solutions sont proposées pour améliorer la situation, solution dont l'implémentation locale est à l'initiative de la communauté elle-même.

Le second site est une colonie de plus de 20000 couples de sternes fuligineuses située sur l'île Nosy Manampaho, dans l'archipel d'Ankao (nord est de Madagascar). Cette colonie, la plus importante pour l'espèce à Madagascar, n'avait jamais été dénombrée ni même répertoriée avant notre programme. Cette île fait également l'objet d'une gestion communautaire basée non pas sur le tourisme mais sur la collecte des œufs. Contrairement aux autres sites que nous avons pu étudier à Madagascar, la collecte

y est régulée dans le sens où « seulement » la moitié de la colonie est collectée et il n'y a pas de chasse des adultes ni des poussins. Cette collecte rapporte à la communauté jusqu'à 500 euros par jour en période de ponte des sternes, ce qui est très important dans le contexte malgache. Nous avons établi des contacts avec la communauté locale et une entreprise d'aquaculture installée dans l'archipel pour améliorer la connaissance et la conservation de cette colonie de sternes.

Le troisième site est une île de l'archipel de Nosy Hara (nord-ouest de Madagascar), qui est intégré dans un Parc National Marin. Ce site est la seule colonie d'oiseaux marins de Madagascar intégrée à une Aire Marine Protégée. Des recensements avaient eu lieu au début des années 2000, avant la mise en place de l'AMP. Notre mission a consisté à actualiser ces recensements et à évaluer le statut de conservation des oiseaux marins de l'archipel. Les résultats sont au delà de toute espérance. Suite à l'arrêt complet des collectes dans le courant des années 2000, la principale colonie d'oiseaux marins de l'archipel a subi une croissance extrêmement importante. Les chiffres anciens sont assez imprécis mais nos recensements actuels montre une population de 10000 couples de sternes huppées en juillet 2009, la principale espèce collectée avant la mise en place de l'AMP, alors que les inventaires précédents mentionnaient 3000 individus de cette espèce pour tout l'archipel. Cette colonie de sternes huppées est la plus importante de l'océan Indien et une des plus importantes au monde. Cet effet réserve est spectaculaire et très probablement du à la conjonction de plusieurs facteurs : meilleur succès reproducteur, meilleure survie des poussins et des adultes ce qui conduit à un autorecrutement fort. Mais une telle croissance n'a pu être réalisée sans un apport extérieur important, l'île protégée attirant de plus en plus d'oiseaux d'autres colonies non protégées. La composante malgache du programme a donc produit de résultats extrêmement encourageants malgré des conditions logistiques et politiques extrêmement instables.

Un autre aspect du programme consistait à utiliser les oiseaux marins comme bioindicateurs des secteurs océaniques importants à protéger dans l'océan Indien occidental tropical. Un programme régional de tracking a été initié pendant le programme et a bénéficié de la synergie de plusieurs autres programmes ce qui a permis de dépasser les objectifs initialement fixés en termes de suivi télémétrique des oiseaux marins. Plusieurs secteurs océaniques remarquables ont ainsi été identifiés et devraient faire l'objet de mesures de gestion adaptées.

La valorisation du programme est en cours et consiste actuellement en 5 publications dans des revues internationales, 6 communications à de conférences et congrès internationaux et une dizaine de communications nationales auprès des partenaires scientifiques, gestionnaires et décideurs en charge notamment de la mise en place des Aires Marines Protégées dans l'océan Indien. Des réseaux de collaborations ont été établis notamment à Madagascar et aux Seychelles, où le programme aura des prolongements. Deux étudiants malgaches ont également participé au programme et ont réalisés leurs travaux universitaires dans ce cadre (une thèse de l'université de Tuléar et un Master de l'université de La Réunion).



Photo 1. La valeur économique de la biodiversité : La collecte des oeufs de sternes fuligineuses à Nosy Manampaho (Madagascar) rapporte jusqu'à 500 euros par jour à la communauté pendant la période des pontes alors que le revenu moyen d'un agriculteur est inférieur à 50 euros par mois. En ne récoltant que 30 % des oeufs pondus et en laissant les adultes en vie, la collecte serait durable, la colonie de sternes pourrait se maintenir et les revenus générés seraient importants.



Photo 2. L'effet réserve : La colonie de sternes huppées de Nosy Faty (Madagascar) est intégrée depuis peu au seul Parc Marin de Madagascar. Le braconnage y est interdit et la colonie est passée de moins de 3000 couples à plus de 10000 couples en 10 ans. C'est maintenant la colonie de sternes huppées la plus importante de l'océan Indien.

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez *Matthieu Le Corre* : [lecorre@univ-reunion.fr](mailto:lecorre@univ-reunion.fr)



A group of people are sitting on the ground in a forest, surrounded by many thin tree trunks. One man in the foreground is wearing a hat and sunglasses and is smiling. Another man is sitting to the right, looking down. The scene is outdoors with sunlight filtering through the trees.

JEUDI 15 DÉCEMBRE

**SESSION 4**

**ÉCOLOGIE DE LA SANTÉ  
HUMAINE, ANIMALE  
ET VÉGÉTALE**



# LUTTE BIOLOGIQUE INTÉGRÉE CONTRE *STRIGA ASIATICA* À MADAGASCAR PAR LA VALORISATION DE LA BIODIVERSITÉ MICROBIENNE ET DE LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE EN SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE.

PROJET COORDONNÉ PAR ROBIN DUPONNOIS<sup>1,2</sup>, PRÉSENTÉ PAR ROBIN DUPONNOIS<sup>1,2</sup> ET HERINIAINA RAMANANKIERANA<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> IRD, LABORATOIRE DES SYMBIOSES TROPICALES & MÉDITERRANÉENNES (LSTM), MONTPELLIER

<sup>2</sup> UNIVERSITÉ CADI AYYAD, LABORATOIRE ECOLOGIE & ENVIRONNEMENT (L2E), MARRAKECH, MAROC

<sup>3</sup> CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE SUR L'ENVIRONNEMENT, LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT, ANTANANARIVO, MADAGASCAR

La Scrophulariacée hémiparasite épiphyte, du genre *Striga* représente une contrainte phytosanitaire majeure de la production céréalière à Madagascar. Dans cette île de l'océan Indien, l'espèce la plus fréquemment rencontrée est *Striga asiatica*. Cette dernière engendre à la fois une forte baisse de la production et une mauvaise qualité des grains de riz pluvial et de maïs à Madagascar, en particulier dans les régions de Bongolava, d'Itasy, de Vakinankaratra, d'Amoron'i Mania et d'Androy.

En matière de lutte biologique, deux stades du cycle de l'association *Striga* / hôte offrent des cibles potentielles pour atténuer l'effet pathogène de *Striga* à savoir : la viabilité de la graine à l'origine de toute nouvelle infestation et sa germination qui implique un dialogue moléculaire entre les 2 composantes végétales. Dans ce contexte, les axes de recherche qui ont été privilégiés dans ce projet pour diminuer la pression du parasite, étaient : (i) la sélection de variétés de riz et de maïs tolérantes, voire résistantes au *Striga*, (ii) la valorisation d'amendements inorganiques afin d'augmenter la fertilité des sols, (iii) la valorisation de la flore microbienne du sol par des espèces hypermycotrophes endémiques afin d'augmenter le potentiel mycorhizien des sols de culture, (iv) l'identification de bactéries de la rhizosphère ayant un effet PGPR sur la culture ou un effet inhibiteur sur la germination des graines de *Striga asiatica* et (v) l'identification de plantes faux hôtes ou de plantes pièges afin de diminuer le stock de graines du parasite dans le sol.

En conséquence, l'objectif principal de ce projet était donc d'améliorer une technique culturale performante, le semis direct sur couvert végétal permanent, en associant des variétés cultivées améliorées (maïs, riz) à des espèces végétales endémiques (arbustives et/ou herbacées) susceptibles (i) de promouvoir les processus biologiques impliqués dans la mobilisation de nutriments biodisponibles pour la plante à partir d'amendements organiques ou inorganiques (Ex : roches volcaniques), (ii) d'activer la multiplication d'organismes bioagresseurs du phanérogame parasite *Striga asiatica* et enfin (iii) de limiter significativement la prolifération de ce phanérogame parasite.

Les résultats obtenus au cours de ce projet de recherche permettent de définir les bases écologiques et techniques et de caractériser un itinéraire cultural susceptible de minimiser l'impact de *Striga* sur la productivité des agrosystèmes à Madagascar. En effet, d'après l'ensemble de ces résultats, l'identification d'espèces hypermycotrophes pouvant être utilisées dans la technique de semis direct sous couvert permanent peut être raisonnablement envisagée. L'obtention de lignées de riz ou de maïs tolérantes ou résistantes à *Striga* peut être également attendue du fait de la mise au point de la technique de mutagenèse sur les 2 céréales. Enfin, la démonstration de l'intérêt d'amender le sol de culture avec des roches volcaniques pour améliorer les rendements a été clairement établie. L'augmentation du développement du riz et du maïs entraînera une meilleure tolérance de ces 2 plantes à l'action pathogène de *Striga*.

Les travaux relatifs au rôle de la microflore tellurique en tant qu'antagoniste contre *Striga* sont en cours de réalisation avec en particulier (i) la mise en évidence de l'impact des plantes hypermycotrophes natives de Madagascar sur les caractéristiques génétiques et fonctionnelles de la microflore du sol et les populations de bactéries fixatrices d'azote libres du genre *Azospirillum* connues comme ayant un potentiel antagoniste contre *Striga* et (ii) la valorisation de certains groupes bactériens et fongiques pour optimiser les mécanismes biologiques responsables de l'altération des roches volcaniques et en conséquence de la mobilisation au profit de la plante cultivée d'éléments nutritifs tel que le phosphore (augmentation de la fertilité des sols). Parallèlement les expériences de validation et de démonstration

en milieu naturel de l'effet potentiel de certains agents microbiens du sol (Ex : *Azospirillum* spp., champignons mycorhiziens) contre *Striga* ont été mises en place à Madagascar.

En conclusion et afin d'aboutir pleinement à l'objectif principal attendu de cette étude, à savoir la définition d'itinéraires cultureux respectant les règles d'une agriculture durable à faibles apports d'intrants et utilisable par les populations locales, les différentes activités scientifiques et techniques futures doivent être particulièrement orientées sur des aspects microbiologiques afin de pouvoir optimiser ultérieurement les pratiques culturelles retenues (Ex : choix des espèces végétales, groupes microbiens, etc) mais également d'évaluer les modifications environnementales (plus particulièrement au niveau de l'écosystème tellurique) consécutives à la mise en place de tels procédés d'ingénierie écologique.

➤ Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Robin Duponnois : [robin.duponnois@ird.fr](mailto:robin.duponnois@ird.fr)





## DYNAMIQUE MICRO-ÉVOLUTIVE DU VIRUS DE LA PANACHURE JAUNE À MADAGASCAR.

PROJET COORDONNÉ PAR DENIS FARGETTE<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR DENIS FARGETTE<sup>1</sup>  
ET MBOLARINOSY RAKATOMALALA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> IRD, UMR RÉSISTANCE DES PLANTES AUX BIOAGRESSEURS, MONTPELLIER

<sup>2</sup> CRRNO, FOFIFA (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE APPLIQUÉE AU DÉVELOPPEMENT RURAL), MAHAJANGA, MADAGASCAR

**Introduction.** Madagascar doit sa renommée à sa grandeur insulaire, à la richesse de sa biodiversité et à son taux élevé d'endémisme. Ces particularités résultent de sa séparation du continent africain lors de la dérive des continents et de son isolement de 400 km par le canal du Mozambique. Or, cette biodiversité est menacée par l'anthropisation et diverses pressions biotiques. Particulièrement, chez le riz - qui est l'aliment de base des Malgaches possédant plus de 4000 variétés répertoriées dans le germplasm national (sans compter celles conservées *in situ*) - deux maladies majeures sévissent : la pyriculariose et la panachure jaune du riz. L'apparition du virus de la panachure jaune du riz à Madagascar en 1989 a provoqué une menace directe à l'encontre de la biodiversité rizicole qui se manifeste par la disparition de cultivars en majorité sensibles. Indirectement, elle constitue aussi une menace pour la biodiversité floristique et faunistique en général : plusieurs espèces végétales ont disparu pendant la déforestation pour faire de la riziculture sur défriche afin de fuir les bas-fonds infectés par le virus ou par leur surexploitation en substitut de source de revenu quand la production rizicole est anéantie. La déforestation restreint la niche écologique des espèces animales conduisant petit à petit à leur extinction. La panachure jaune du riz est une maladie africaine apparue au Kenya en 1966 qui par la suite a infecté progressivement les autres pays africains rizicoles. Elle est causée par le *Rice yellow mottle virus* (RYMV) qui est un virus à ARN du genre des Sobémovirus. La maladie est transmise par contact lors des pratiques culturales et par les coléoptères dont les genres *Dicladispa gestroi* et *Trichispa sericea* existent abondamment à Madagascar.

**Résultats.** L'objectif du projet FRB était d'étudier la dynamique micro-évolutive du virus de la panachure jaune du riz à Madagascar afin de comprendre les modalités d'émergence de la maladie dans ce pays. Le projet soutenu par la FRB a permis de poursuivre des travaux commencés dès le début de l'apparition de la maladie à Madagascar en 1989 et menés presque sans interruption jusqu'au début du projet. Grâce au projet FRB, les études ont alors été élargies à des régions rizicoles particulièrement difficiles d'accès où la maladie sévissait. Toujours grâce au projet FRB, des informations épidémiologiques, phytopathologiques et moléculaires ont été réunies. A l'issue du projet FRB, nous disposons d'un jeu de données probablement unique pour étudier la dynamique micro-évolutive d'un virus dans un système insulaire. Au-delà, il s'agit d'en tirer des enseignements quant aux modalités d'émergence des maladies virales en général. Cette étude est une bonne illustration de l'exploitation de la connaissance de la diversité d'un agent pathogène pour mieux comprendre son épidémiologie et, à terme, mieux le combattre. Les principaux résultats obtenus - qui seront commentés dans la communication orale - sont les suivants :

*Relevés épidémiologiques.* La distribution et incidence de la panachure jaune du riz dans les principales régions de Madagascar, y compris des régions rizicoles particulièrement difficiles d'accès où la maladie sévit, ont été estimées. Avec l'aide des précédents relevés (notamment ceux remontant aux premières épidémies du début des années 90), la propagation spatio-temporelle de la maladie a été reconstituée. On s'intéresse aussi aux régions qui ont « échappé » à la maladie et aux raisons agro-climatiques susceptibles d'expliquer cette particularité.


*Relevés phytopathologiques.* Les propriétés pathogéniques d'une collection d'isolats de la panachure jaune du riz ont été étudiées. Il s'agissait notamment de connaître la fréquence et la répartition géographique de pathotypes particulièrement dangereux de par leur aptitude à contourner les principales résistances variétales. Certains de ces pathotypes ne se retrouvent qu'à Madagascar. Cette étude complète des travaux antérieurs au cours desquels l'une des rares variétés malgaches hautement résistante a été identifiée à Madagascar.

*Collection d'isolats.* Une collection de 80 isolats représentative des principales régions rizicoles de Madagascar a été réunie à l'issue du projet FRB. Nous avons pu y adjoindre quelques isolats collectés lors des premières phases des épidémies. Une première étude sérologique basée sur l'emploi d'anticorps monoclonaux discriminants a fait ressortir la grande homogénéité sérologique du virus à Madagascar. La protéine de capsid de ces isolats a alors été séquencée (720 nt) confirmant l'homogénéité de la souche malgache. En outre, quelques isolats ont été séquencés entièrement. Ce jeu de données a été étudié indépendamment et en comparaison d'un jeu de séquences d'isolats d'Afrique de l'Est.

*Analyses phylogéographiques.* Nous avons tiré parti des derniers développements méthodologiques permettant des inférences spatio-temporelles à partir de séquences d'isolats datés et localisés. Nous avons ainsi estimé le nombre, le lieu et la date d'introduction du virus à Madagascar et nous avons reconstitué la propagation spatio-temporelle de la maladie. Confrontées aux données épidémiologiques, ces inférences permettent (i) de saisir les possibilités et les limites de chacune des deux approches et de faire ressortir leur complémentarité, (ii) d'aboutir alors à une compréhension fine de l'émergence du RYMV à Madagascar.

**Conclusion.** La richesse des informations obtenues et la nécessité d'y appliquer des développements méthodologiques récents expliquent qu'à ce jour la présentation des résultats n'ait pris la forme que de communications orales. La communication orale la plus complète des résultats aura lieu lors de la réunion de la FRB consacrée à la Biodiversité de l'océan Indien en décembre 2011. Par ailleurs, deux articles sont en préparation et seront soumis au cours du premier semestre 2012.

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Denis Fargette : [denis.fargette@ird.fr](mailto:denis.fargette@ird.fr)



# ENVIRONNEMENT ET RISQUES D'ÉMERGENCE ET RÉÉMERGENCE D'ARBOVIROSES À MADAGASCAR : DYNAMIQUE DES INTERACTIONS ENTRE VIRUS, COMMUNAUTÉS MICROBIENNES, VECTEURS ET RÉSERVOIRS.

PROJET COORDONNÉ PAR PATRICK MAVINGUI<sup>1</sup>, PRÉSENTÉ PAR PATRICK MAVINGUI<sup>1</sup> ET LALA RAVAOMANARIVO<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> CNRS, UMR5557, ECOLOGIE MICROBIENNE, UNIVERSITÉ LYON 1, FRANCE

<sup>2</sup> UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO, DÉPARTEMENT D'ENTOMOLOGIE, MADAGASCAR

**Contexte et problématique.** Les maladies vectorielles représentent une menace dans les îles de l'Océan avec l'émergence et la résurgence de pathologies virales comme l'attestent les récentes épidémies d'arboviroses qui les ont touchées. Cependant, peu d'informations récentes sont disponibles pour éclairer la dynamique locale des arbovirus et identifier les espèces vectrices et réservoirs. Centré sur l'île de Madagascar, l'objectif de ce projet visait à déterminer la dynamique de transmission de trois arbovirus, le Chikungunya (*Alphavirus*), la Dengue (*Flavivirus*), et le virus de la fièvre vallée du Rift (*Bunyavirus*) qui illustrent les cas de préémergence, d'épidémie sporadique et d'endémie chez l'homme, et dont les lémuriers pourraient constituer des réservoirs vertébrés potentiels. Les virus CHIKV et DENV sont transmis par les moustiques tigre du genre *Aedes*, notamment par les espèces *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*, tandis que le RVF est vectorisé par le genre *Culex*. Outre les pathogènes qu'ils transmettent, les moustiques hébergent d'autres communautés microbiennes avec lesquelles ils établissent des relations symbiotiques qui s'inscrivent dans un continuum du parasitisme au mutualisme. Ces symbioses peuvent jouer un rôle dans l'adaptation (invasion) des moustiques dans différents environnements, mais aussi dans la vécation de pathogènes comme démontré pour certains virus transmis par des insectes phytophages.

**Approches scientifique et technique.** Afin de comprendre la dynamique de transmission des trois arbovirus étudiés, des campagnes de terrain dans les régions épidémiques et des expérimentations en laboratoire ont été menées. Les enquêtes entomologiques ont permis d'inventorier les deux espèces vectrices majeures de CHIKV et DENV, *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*, ainsi que le genre *Culex* impliqué dans la transmission de RVF dans différentes régions éco-climatiques de Madagascar. Des captures et prélèvements sanguins de Lémuriers suivis de relâchement ont été également réalisés dans certaines de ces régions. Les différentes populations naturelles de moustiques capturés et l'hémophilie ont été criblées pour le portage des trois arbovirus (CHIK, DEN, RVF) et du cortège bactérien par des méthodes moléculaires.

Des corrélations possibles entre le compartiment microbien et la bioécologie des moustiques ont été recherchées par des analyses statistiques. Des infections expérimentales des moustiques par le CHIKV, en présence d'assemblages bactériens différents (individus symbiotiques vs aposymbiotiques) ont été conduites pour éclairer le coût de l'infection sur des traits d'histoire de vie (reproduction, survie...), et la dynamique microbienne (réplication, localisation, dissémination...). Les méthodes utilisées comprennent entre autres des cultures cellulaires, des techniques moléculaires telles que les PCRs et RTP-PCRs classiques et quantitatives, les puces à ADN taxonomique, l'immunolocalisation, l'hybridation *in situ* à fluorescence, et l'imagerie.

**Résultats majeurs.** Au cours de ce projet, des campagnes de collectes de moustiques dans huit régions ont permis de dresser une nouvelle biogéographie des *Aedes* à Madagascar, mettant en évidence la dominance de l'espèce *Aedes albopictus*, devenue l'espèce majeure dans la transmission des virus du chikungunya et la dengue dans les îles de l'océan Indien (Raharimalala *et al.*, Parasite and Vectors, 2011, sous presse). L'espèce *Aedes aegypti* est dorénavant rencontrée en faible densité dans des zones forestières. La diversité et la composition de la communauté bactérienne associée aux populations naturelles et des lignées de laboratoires des deux espèces *Aedes* et *Culex* ont été également investiguées. Les résultats montrent une structuration des communautés symbiotiques en relation avec l'écologie des moustiques. Certains genres bactériens ont été localisés par hybridation *in situ* dans les organes (intestin, glandes salivaires, ovaires) essentiels à la réplication des arbovirus (Zouache *et al.*,



2009b; Zouache et al., 2011). Les infections expérimentales ont permis de montrer d'une part une compétence vectorielle des populations d'*Aedes albopictus* vis-à-vis du virus CHIKV, et d'autre part des phénomènes d'interférence entre virus et communautés bactériennes (Mousson et al. 2010 ; Raharimalala *et al.*, Parasite and Vectors, 2011, sous presse ; Zouache *et al.*, Molecular Ecology, 2011, sous presse). Les résultats démontrent l'importance de la prise en compte des différents acteurs et de leur interaction pour mieux appréhender les facteurs intrinsèques de la dissémination virale chez le moustique vecteur, ils ouvrent la voie à la fois aux études ciblées des déterminants génétiques et moléculaires de ces interactions et à des applications potentielles. Enfin, des captures et prélèvements sanguins ont permis de constituer une hémophilie d'espèces de lémuriens.

**Conclusion.** Le projet IFB constitue un apport significatif dans la compréhension des interactions multipartites dans les pathosystèmes vectoriels à moustique. La combinaison des approches de terrain et des expérimentations au laboratoire a permis des avancées tout à fait significatives. Les résultats ont donné lieu à 6 articles dans revues internationales et 4 autres sont en préparation. Trois Masters 2 et deux thèses, dont une en co-tutelle (Université Lyon 1 et Université d'Antananarivo), ont été soutenus.

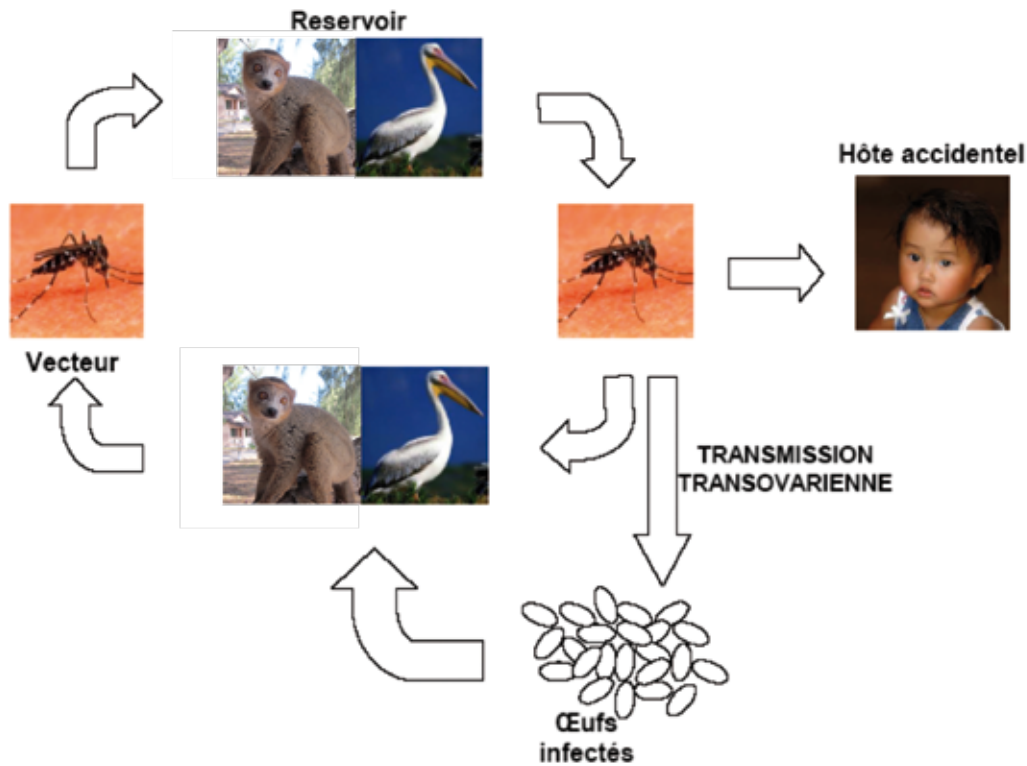


Figure 1 : Cycle biologique général de transmission des arbovirus montrant une transmission enzotique (à gauche) et urbaine (à droite). La transmission verticale de femelles aux descendants réalimentent le cycle de certains arbovirus (en bas).

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Patrick Mavingui : [patrick.mavingui@univ-lyon1.fr](mailto:patrick.mavingui@univ-lyon1.fr)

# INSECTES VECTEURS (PHLÉBOTOMES ET MOUSTIQUES) DANS LES ÎLES DE L'OcéAN INDIEN : MADAGASCAR, SEYCHELLES ET COMORES (PHLEBEMOS).

PROJET COORDONNÉ ET PRÉSENTÉ PAR VINCENT ROBERT<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> IRD, UR CARACTÉRISATION ET CONTRÔLE DES POPULATIONS DE VECTEURS, MONTPELLIER

**Objectifs :** Le projet a été centré sur l'inventaire et l'analyse de la biodiversité dans deux groupes d'insectes diptères hématophages connus pour être de redoutables vecteurs d'agents de maladies humaines et animales : les phlébotomes (Diptera : Psychodidae : Phlebotominae) et les moustiques (Diptera : Culicidae). Les moustiques, mais plus encore les phlébotomes sont de remarquables modèles d'étude pour la biogéographie.

**Protocole de recherche :** Le principal mode de collecte de ces insectes adultes a été le piège lumineux de type CDC. Les larves de moustiques ont été prélevées dans leurs gîtes larvaires potentiels. Les matériels biologiques ont été conditionnés aussitôt collectés pour autoriser leurs études morphologiques et moléculaires, à l'IRD Montpellier (moustiques) et à l'Université de Pharmacie de Reims (phlébotomes).

**Objets biologiques :** Les phlébotomes (vecteurs potentiels de leishmanies et d'arboviroses) et/ou les moustiques (*Anopheles* potentiellement vecteur de paludisme ou de filariose de Bancroft, *Aedes* potentiellement vecteurs d'arboviroses comme les dengues ou le chikungunya, *Culex* potentiellement vecteurs de paludisme aviaire, etc.).

**Terrains concernés :** Les Seychelles (Mahé, Praslin, La Digue, Aride, Assomption, Aldabra) ; Madagascar (Bemaraha, région d'Antsiranana) ; l'Union des Comores (Grande Comore, Anjouan) ; la France (Mayotte).

## PRINCIPAUX ACQUIS SCIENTIFIQUES :

**Mission aux Seychelles** (25 Novembre – 23 Décembre 2008).

Cette mission a été réalisée par des collaborateurs venus de France (IRD), des Seychelles (Fondation pour la Conservation des Îles, Ministère de la Santé) et de Madagascar (Vahatra).

Les principaux résultats sont au nombre de cinq. (1) Aucun moustique du genre *Anopheles* n'a été observé, confirmant que les Seychelles restent une zone indemne de transmission de paludisme. Cette situation exceptionnelle en zone tropicale est d'une importance considérable pour un pays dont le tourisme constitue une ressource économique essentielle. (2) Le moustique *Aedes albopictus* est présent et bien implanté dans les trois principales îles granitiques (Mahé, Praslin, La Digue). Ce moustique est un vecteur avéré d'arbovirus ; c'est notamment lui qui a été responsable de l'importante épidémie de chikungunya qui a frappé l'ensemble de la sous-région du Sud-Ouest de l'océan Indien en 2005-2006. Il représente un risque important en santé publique. (3) L'histoire naturelle du peuplement des moustiques Culicinae aux Seychelles présente des exemples de divergences spécifiques dues à la fois à la vicariance et à la dispersion géographique. Ils constituent de superbe illustration de biologie insulaire, à la fois théorique et appliquée. La synonymie entre *Aedes (Adm.) albocephalus* et *Ae. seychellensis* est démontrée. Pour la première fois, les espèces *Culex antennatus* et *Culex sunianiensis* ont été observés aux Seychelles, respectivement à Aldabra et à Praslin. Ainsi, le nombre total d'espèces de moustiques observées au moins une fois aux Seychelles est de 22. (4) La nuisance considérable due aux moustiques dans les îles coralliennes en saison des pluies est due à deux espèces délicates à séparer pour les femelles : *Aedes fryeri* et *Aedes (Aedimorphus)* espèce A (espèce qui sera prochainement nommée et décrite). (5) Une unique espèce de phlébotome a été observée à Aldabra-Malabar, Aldabra-Grande Terre, et à Assomption ; les spécimens collectés ont été morphologiquement rapportés à *Phlebotomus (Sergentomyia) clydei*, espèce connue en Afrique tropicale et au Moyen-Orient. Les caractéristiques génétiques de ces phlébotomes seychellois sont bien différenciées par rapport aux autres populations ; suffisamment pour avoir valeur de sous-espèce géographique. Aucun phlébotome n'a été observé dans les îles granitiques.

**Mission à Madagascar** (30 mai – 26 juin 2010).

Cette mission, initialement prévue en avril 2009, pour cause de troubles socio-politiques à Madagascar, a été reportée. Elle a été réalisée par des collaborateurs venus de France (IRD) et de Madagascar

(Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences, ainsi que Vahatra). De très nombreux moustiques et phlébotomes ont été collectés et sont actuellement en cours d'étude.

**Mission à Mayotte** (21 mars – 8 avril 2011).

Dans le cadre d'une collaboration entre l'Agence Régionale de Santé - Océan Indien et l'IRD, une mission d'inventaire des moustiques a été réalisée à Mayotte. Cette mission (non financée par le présent projet PHLEBEMOS mais en parfaite adéquation avec la problématique scientifique du projet) a été réalisée par des collaborateurs venus de France métropolitaine (IRD) et de Mayotte (ARS-OI service de la LAV). Elle a dégagé quatre acquis principaux : (1) la découverte d'une espèce d'*Aedes* (*Stegomyia*) nouvelle pour la science et donc nouvelle pour l'archipel des Comores ; (2) l'identification, pour la première fois dans l'archipel des Comores, d'*Anopheles merus*, espèce du complexe *An. gambiae*, bien connue pour être un important vecteur de paludisme dans tous les pays de la côte Est d'Afrique Continentale ; (3) la collecte (en cours d'exploitation) de 31 espèces sur les 56 connues de Mayotte ; (4) l'absence de phlébotomes.

**Mission à l'Union des Comores** (7 – 25 mai 2011).

Cette mission a été réalisée par des collaborateurs venus de Madagascar (Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences) et de l'Union des Comores (CNDRS à Moroni ; Université des Comores à Moroni et à Patsy ; CRDRS à Mutsamudu ; ECDD). Mettant à profit les acquis des missions précédentes, cette mission a principalement ciblé les zones de grottes, abritant éventuellement des chauves-souris. Les principaux résultats sont au nombre de deux. (1) La totalité des moustiques récoltés a été capturée dans la grotte de Hamapoudre à Anjouan. Cela pourrait être dû à la présence de la marre au fond de la grotte, endroit *a priori* propice au développement larvaire des moustiques. Aucun moustique n'a été capturé dans les grottes ou au voisinage des grottes de Hahaya, Bazimini et Hapira. (2) Sept phlébotomes ont été capturés dans quatre sites visités à Grande Comore et deux ont été récoltés dans la grotte de Hamapoudre. Cette relative rareté pourrait être due à l'infiltration permanente d'eau dans les grottes, plutôt néfaste aux stades larvaires des phlébotomes.

**Valorisation** : 8 articles publiés ou en préparation, 1 chapitre d'ouvrage, 5 rapports, 7 communications orales, 3 thèses de pharmacie soutenues, 1 thèse de sciences en cours.



Tortues géantes d'Aldabra, Seychelles. Trois moustiques sont entrain de piquer la partie inférieure du cou de la tortue (© Vincent Robert – IRD).




Equipe de prospection à la recherche de larves de moustiques à Mayotte (© Vincent Robert – IRD).

► Pour en savoir plus sur ce projet, contactez Vincent Robert : [vincent.robert@ird.fr](mailto:vincent.robert@ird.fr)



# RÉSUMÉS DES POSTERS PRÉSENTÉS LORS DU COLLOQUE



## **A WEB PORTAL TO PROMOTE A SUSTAINABLE AGRICULTURE, PRESERVING BIODIVERSITY IN THE INDIAN OCEAN.**

SOPHIE DELLA MUSSIA<sup>1</sup>, JAELA DEVAKARNE, QUENTIN CEUPPENS, MICHELINE BAPTISTE

<sup>1</sup> CIRAD LA RÉUNION, SERVICE COMMUNICATION, SOPHIE.DELLA\_MUSSIA@CIRAD.FR

The islands of the Indian Ocean are home to a unique and remarkable biodiversity. They have similar environmental conditions and are subject to common threats (e.g. global changes). Conserving biodiversity is essential to agricultural production, which itself is needed to feed people. Therefore agricultural production and conservation of biodiversity must be balanced for the sustainable development of the region.

A web portal was conceived in order to promote this idea. The main targets are producers, scientists, general public, press and decision-makers. The objectives are to inform, to share documentation and knowledge, to offer training about the ways of preserving biodiversity for a sustainable food production. The Agriculture & Biodiversity Web Portal offers information on the strategies of Indian Ocean Commission member states, regulations and ongoing activities & laboratory research in the fields of agriculture and biodiversity. It offers tips for professionals to improve their daily practices, and educational tools for teachers to educate their students.

Specialists can become contributor, post information on public forums on the website\* and have a private area for major agriculture and biodiversity projects.

The visitor can also access to a specific tool to make contact : the Synaptic web platform.

People working in the environment, biodiversity or agriculture can register directly on this platform, which allows to find collaborators.

\*The web portal was conceived for the French project called e-PRPV. It works together with the Biodiversity Program of the 10th European Development Fund, implemented by the Indian Ocean Commission. The program aims to encourage collective, coherent and effective management of biodiversity, in nature as well as in agriculture.



## **ORTHOPTERA OF SOUTH WESTERN INDIAN OCEAN ISLANDS : CURRENT KNOWLEDGE, RADIATIONS AND BIOGEOGRAPHICAL PECULIARITIES WITH SPECIAL EMPHASIS ON MASCARENE ISLANDS.**

SYLVAIN HUGEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIVERSITÉ DE STRASBOURG, UPR 3212 INCI CNRS, HUGELS@INCI-CNRS.UNISTRA.FR

Until 2000, only 42 orthopterans, including 22 single-island endemic species were mentioned occurring on Mascarene islands. During the last decade, 12 surveys corresponding to 300 fieldwork days have been spent on Mascarene islands to compile the inventory of the Orthoptera fauna of the archipelago. This fieldwork has allowed the record of 68 additional species on the archipelago, including 55 endemic species new to science. Taking advantage of the current knowledge of the Mascarene Orthoptera fauna, several observations can be formulated : the Mascarene Orthoptera fauna displays classical examples of radiations (60 % of the endemic species), and 20 % of the endemic species are associated with endemic plant species for food and/or habitat. Moreover, tentative biogeographic analysis suggests strong Oriental/Australian affinities of the endemic fauna. Similar data have been obtained in Comoros and Seychelles. Island surface / orthoptera species number relationship reveal alpha diversity abnormalities in south western Indian Ocean islands that can be corrected by the island surface during the last glaciation. Fieldwork supported by Société Entomologique de France (1 survey), CIRAD Réunion (1 survey), BIOTAS project ANR-06-BDIV-002 (2 surveys), FRB «Biodiversité des Îles de l'océan Indien. Connaître pour conserver : le patrimoine cache des Comores» (2 surveys).



## **DEMOGRAPHIC HISTORY OF THE GOLDEN-CROWNED SIFAKA (*PROPITHECUS TATTERSALLI*) AND ORIGIN OF GRASSLANDS IN NORTHERN MADAGASCAR.**

ERWAN QUÉMÉRÉ<sup>1,2</sup>, BRIGITTE CROUQUAU-ROY<sup>1</sup>, LOUNÈS CHIKHI<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> CNRS - UNIVERSITÉ PAUL SABATIER, UMR 5174 EVOLUTION ET DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, TOULOUSE

<sup>2</sup> ERWAN@QUEMERE.FR

<sup>3</sup> INSTITUTO GULBENKIAN DE CIÊNCIA, RUA DA QUINTA GRANDE, NO. 6, 2780-156 OEIRAS, PORTUGAL

The impact of deforestation on climate and biodiversity is of growing concern worldwide. Disentangling how past anthropogenic and natural factors contributed to current biomes distribution is thus a crucial issue to improve predictions and conservation strategies. This is particularly important in regions that harbor Biodiversity hotspots. The ecosystems of Madagascar are dominated by large open habitats (grasslands, savannas) whose origins are increasingly debated. While a dominant narrative argues that Madagascar was originally entirely covered by woodlands destroyed by humans, a number of recent studies have suggested that past climatic fluctuations played a major role in shaping current biome distributions well before humans arrived. Here, we address the question of the origin of open habitats in the Daraina region in the North of Madagascar, using a multi-proxy approach combining genetic and remote-sensing data. Our results suggest that the forest cover in Daraina remained remarkably stable between 1949 and 2002 (i.e. over a period of 50 years). We also show that the golden-crowned sifaka (*Propithecus tattersalli*), a forest-dwelling lemur, underwent a strong population contraction prior to the arrival of the first humans, hence excluding an anthropogenic cause. Climatic events, such as pre-human late Holocene droughts, may have led to a significant increase of grasslands and a reduction in the species habitat. This represents the most likely explanation for this signal of population contraction and contradicts the prevailing narrative that most land cover changes are necessarily anthropogenic in Madagascar. Altogether, our results suggest that the present-day open habitats in northern Madagascar were most likely induced by climate changes that took place several millennia ago and emphasize the positive role played by local communities in the management of their environments. Climatic fluctuations appear therefore as major drivers in Biodiversity changes.

Achévé d'imprimer en décembre 2011  
ISBN : 978-2-9539194-6-2  
Imprimé en France par :  
SEP, encres végétales sur du papier 100 % recyclé





L'IFB, le CNRS et l'IRD ont lancé en 2007 un appel à projets de recherche sur la biodiversité des îles de l'océan Indien, qui a permis de financer 17 projets avec pour terrains d'étude Madagascar, La Réunion, mais aussi les Comores, Mayotte, les Maldives, les Seychelles, l'île Maurice et les îles Eparses.

A sa création début 2008, la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB), héritière des missions de l'IFB, a naturellement repris la gestion et le suivi de ce beau programme, dont les projets touchent à leur fin en cette année 2011. La FRB a donc aujourd'hui à cœur de valoriser et diffuser les résultats qu'ils ont produits au cours des quatre dernières années.

Ce colloque est non seulement l'occasion présenter ces résultats, mais aussi de les replacer dans un contexte plus large, de favoriser leur transférabilité à d'autres contextes et d'autres régions, et de les mettre en regard de nouvelles questions et de nouveaux enjeux.

## FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

195, rue Saint-Jacques  
75005 PARIS  
[www.fondationbiodiversite.fr](http://www.fondationbiodiversite.fr)

La Fondation pour la recherche sur la biodiversité est un point de convergence entre les différents acteurs scientifiques et les acteurs de la société de la biodiversité. Elle a été officiellement lancée en 2008, suite au Grenelle de l'environnement, par les Ministères chargés de la recherche et de l'écologie et créée par huit établissements publics de recherche. Susciter l'innovation, promouvoir des projets scientifiques en lien avec la société et développer études, synthèses et expertises sont autant d'actions au cœur de son dispositif. À ce jour, une centaine de structures, associations, entreprises, gestionnaires ou collectivités, ont rejoint la FRB autour d'un but : relever ensemble les défis scientifiques de la biodiversité.



LES MEMBRES FONDATEURS DE LA FRB



ISBN 978-2-9539194-6-2



9 782953 919462